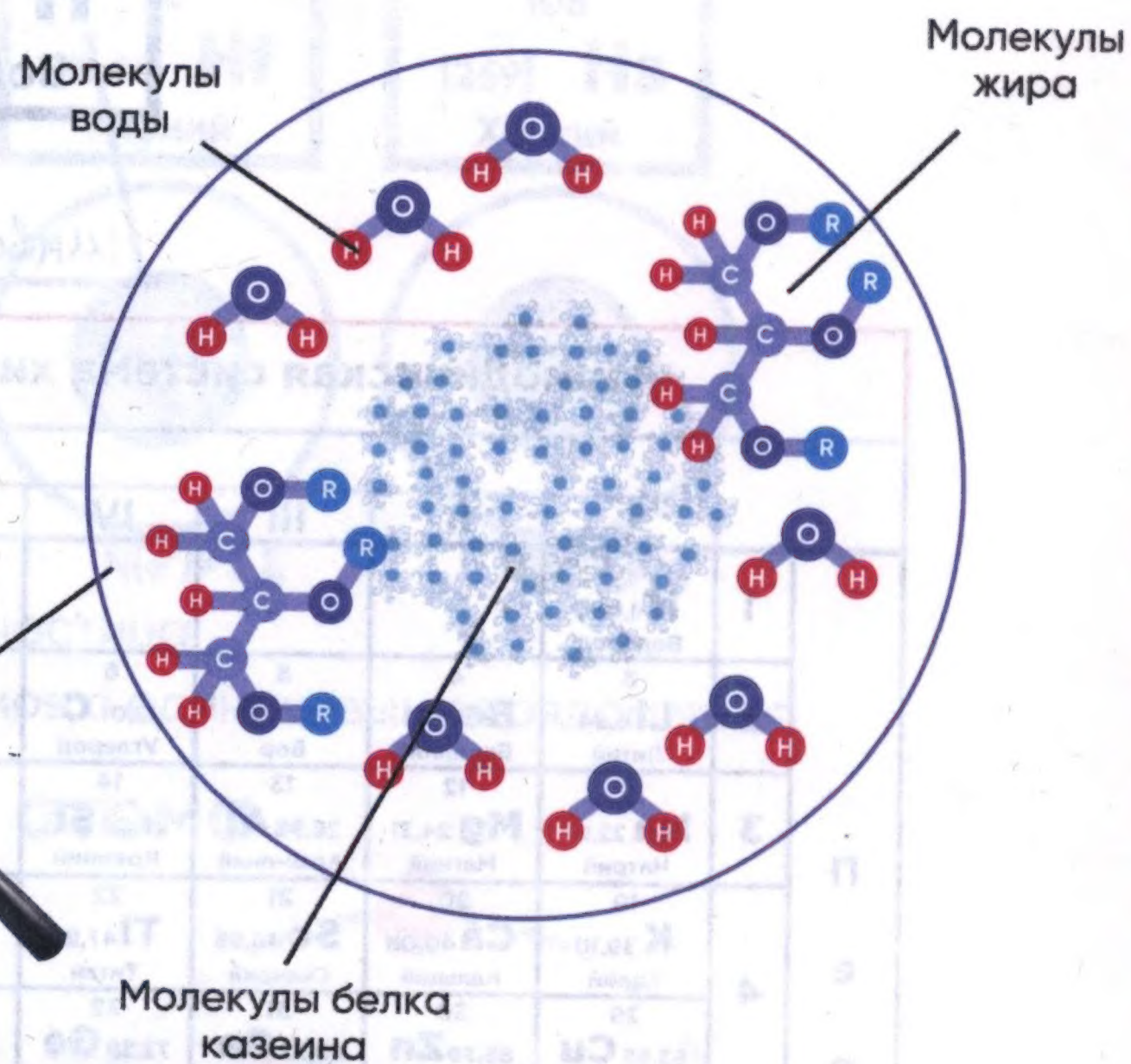
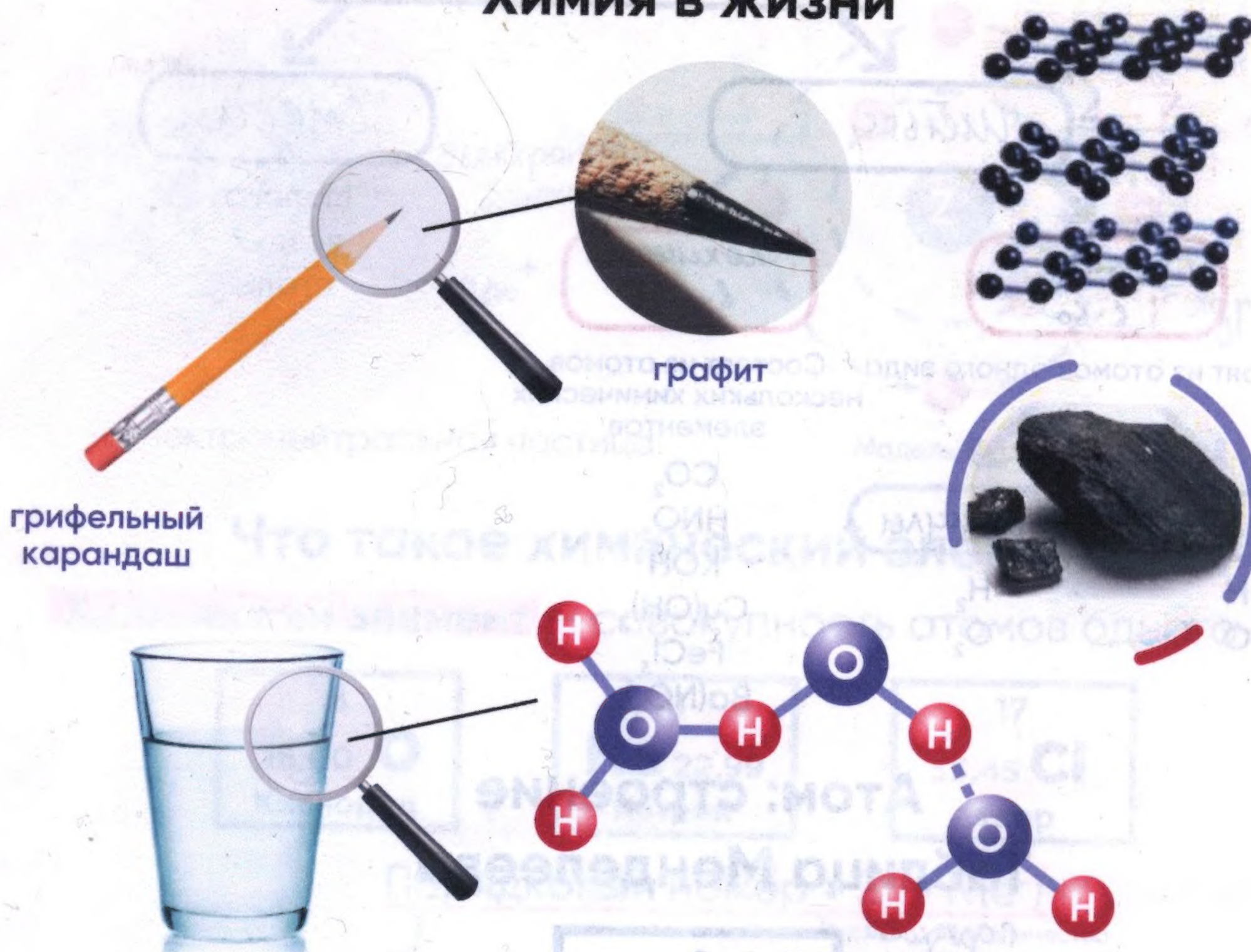
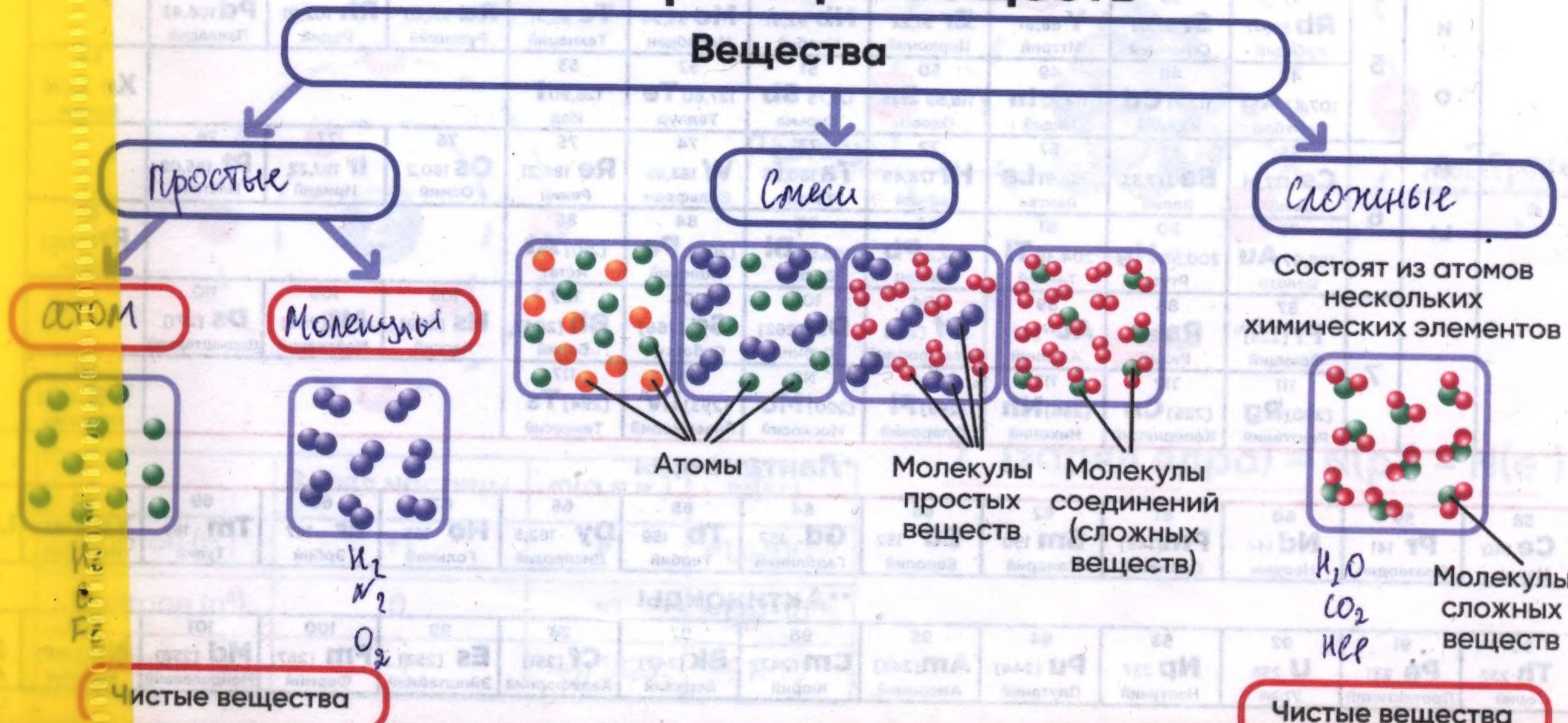


Атом

Химия в жизни



Классификация веществ



MT Summer

Атом

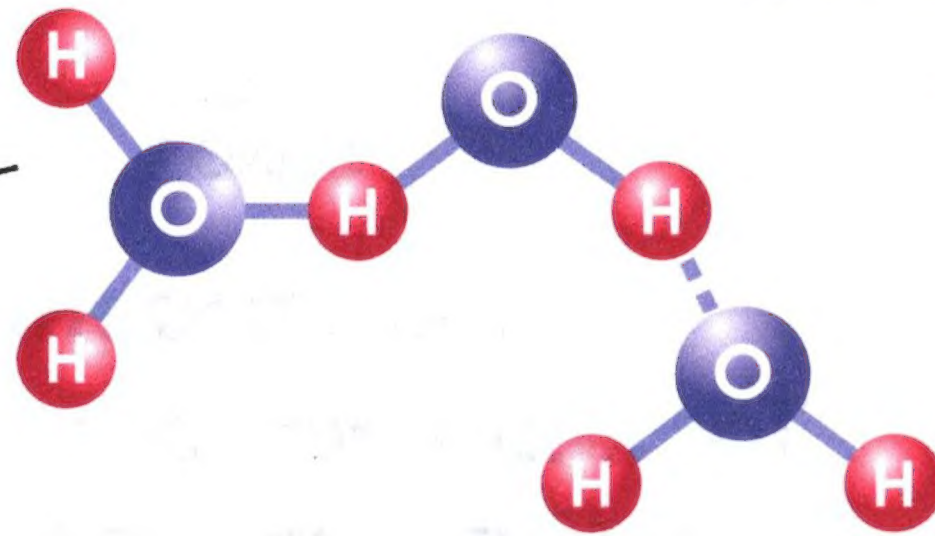
Химия в жизни

грифельный
карандаш

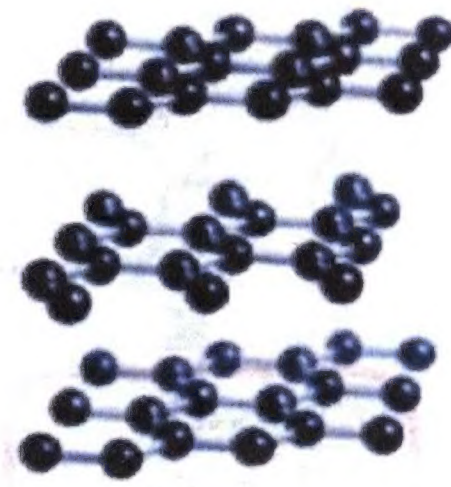
графит



стакан
с водой

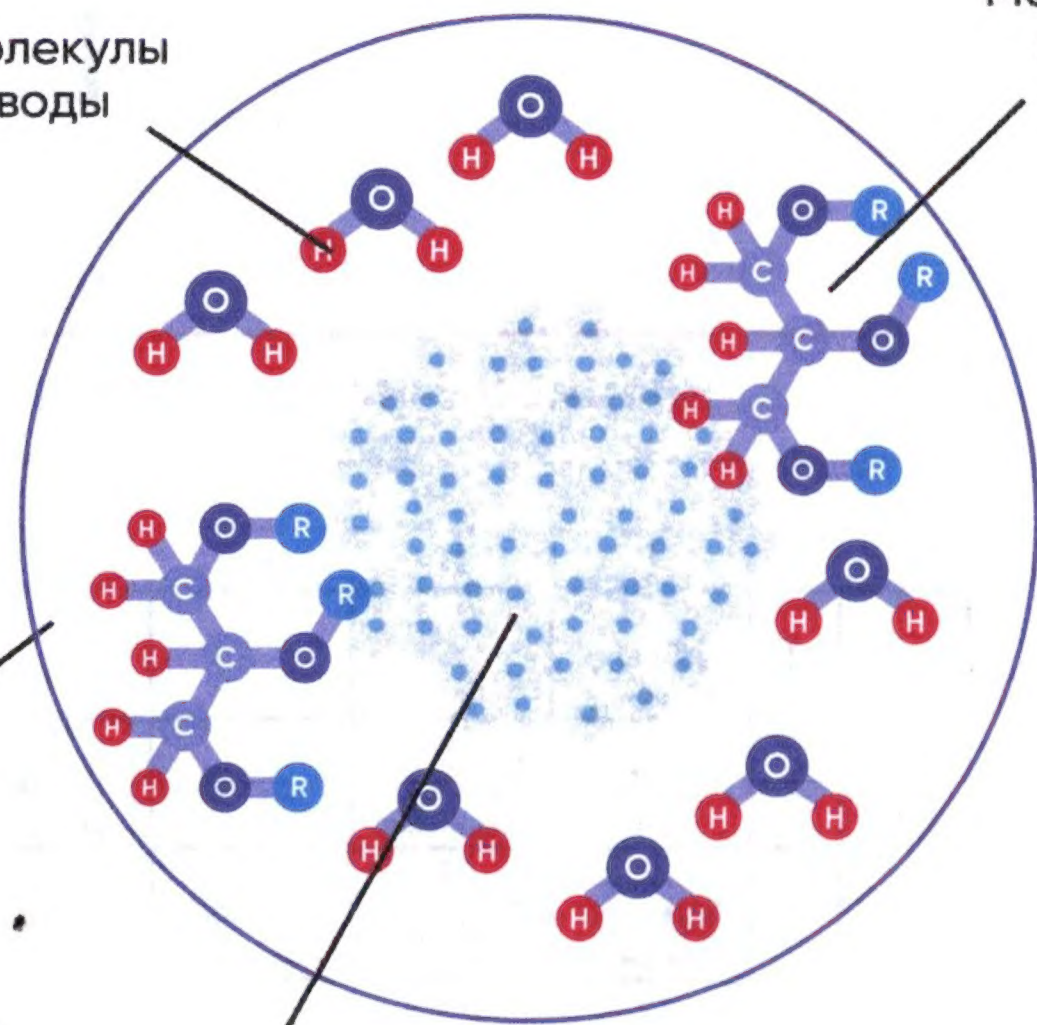


H_2O –
молекула воды



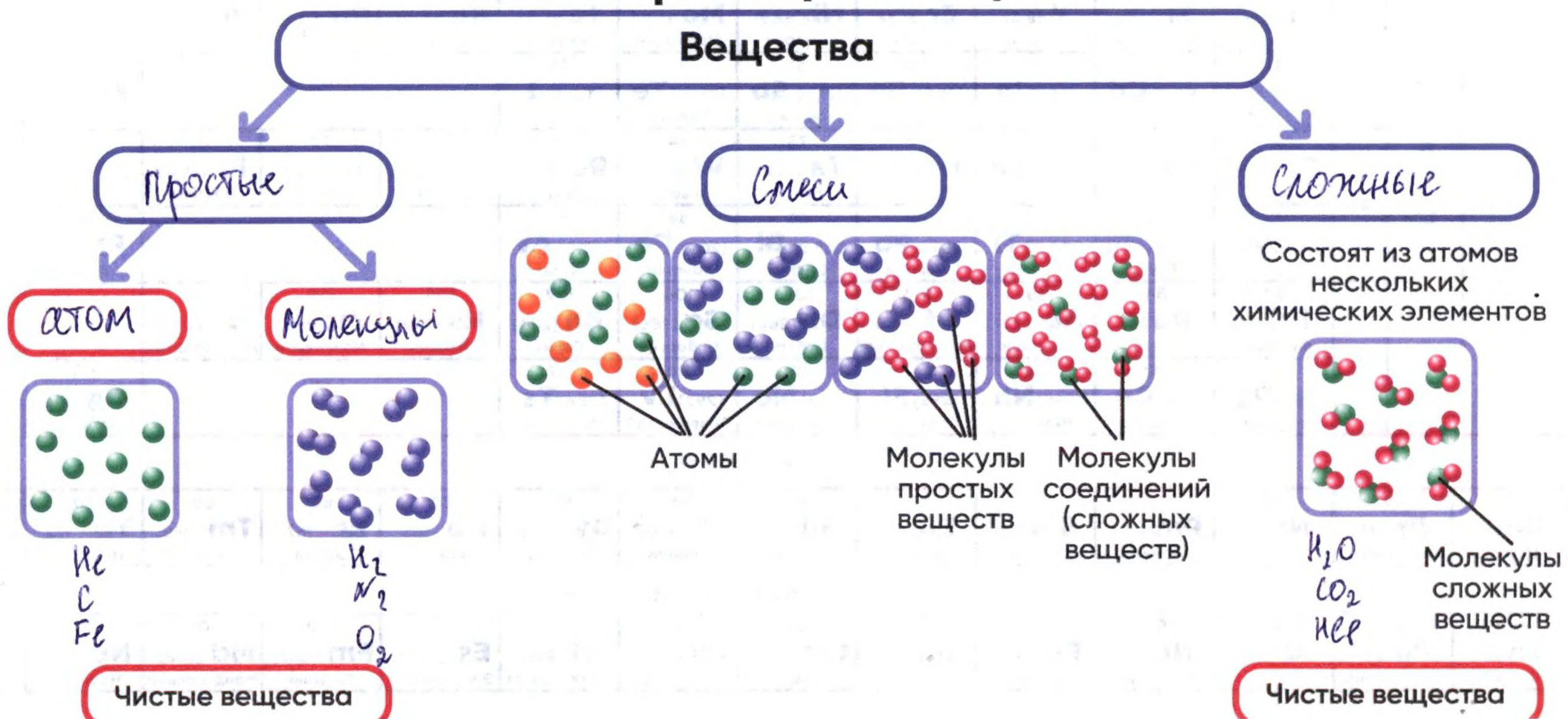
Молекулы
воды

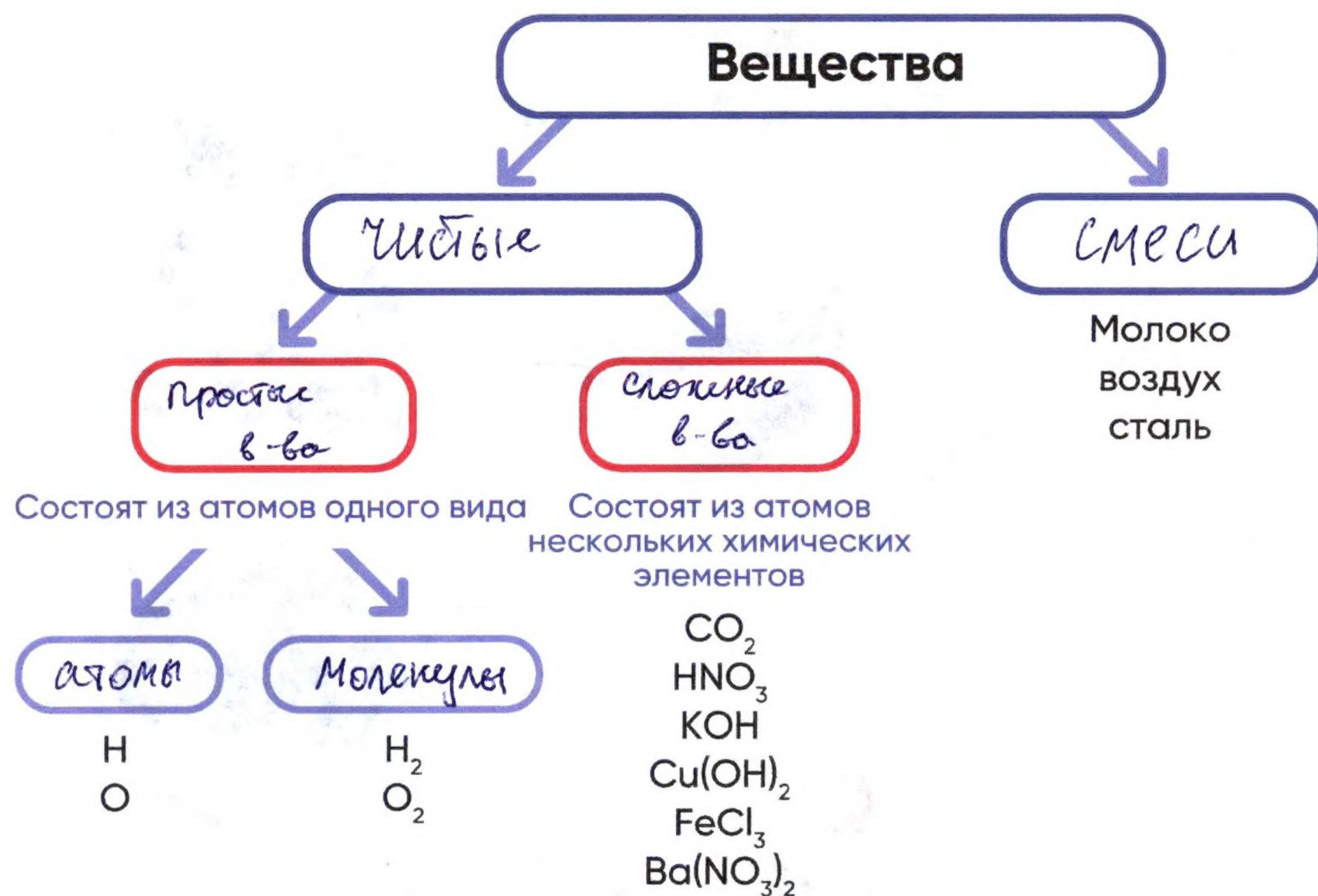
Молекулы
жира



Молекулы белка
казеина

Классификация веществ





Атом: строение

Таблица Менделеева

1	1,008	1
H	Водород	H

порядковый номер
относительная атомная масса
название

символ

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева														
		Группы												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII					
Периоды	1	1 H 1,008 Водород						(H)						2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор						10 Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 Хлор						18 Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель			
		29 Cu 63,55 Медь	30 Zn 65,39 Цинк	31 Ga 69,72 Галлий	32 Ge 72,59 Германий	33 As 74,92 Мышьяк	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,90 Бром						36 Kr 83,80 Криптон
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий			
		47 Ag 107,87 Серебро	48 Cd 112,41 Кадмий	49 In 114,82 Индий	50 Sn 118,69 Олово	51 Sb 121,75 Сурьма	52 Te 127,60 Теллур	53 I 126,90 Иод						54 Xe 131,29 Ксенон
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 La 138,91 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина			
		79 Au 196,97 Золото	80 Hg 200,59 Ртуть	81 Tl 204,38 Таллий	82 Pb 207,2 Свинец	83 Bi 208,98 Висмут	84 Po [209] Полоний	85 At [210] Астат						86 Rn [222] Радон
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сиборгий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий			
111 Rg [280] Рентгений		112 Cn [285] Коперниций	113 Nh [286] Нихоний	114 Fl [289] Флеровий	115 Mc [290] Московский	116 Lv [293] Ливерморий	117 Ts [294] Теннесси						118 Og [294] Оганесон	

*Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Прозеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
-----------------------	---------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

**Актиноиды

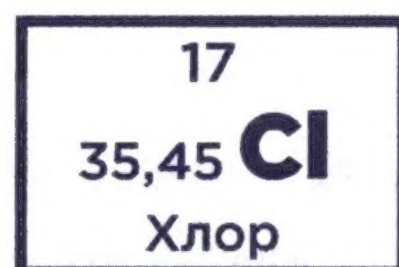
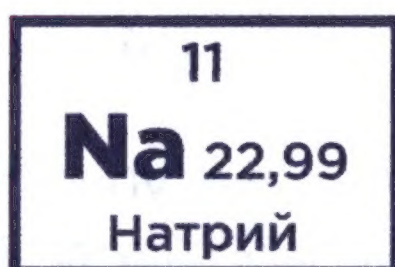
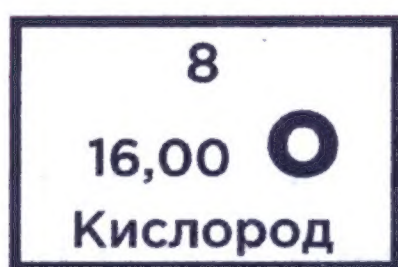
90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu 244 Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
-----------------------	-----------------------------	---------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------

Строение атома



Что такое химический элемент?

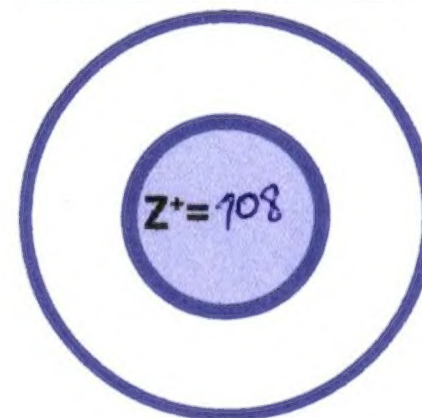
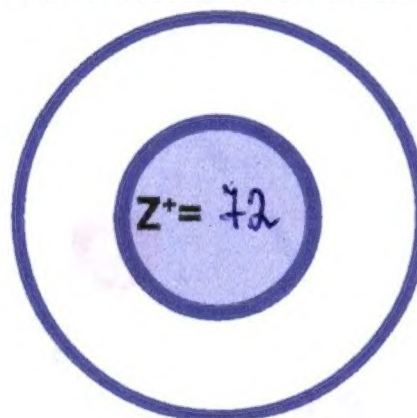
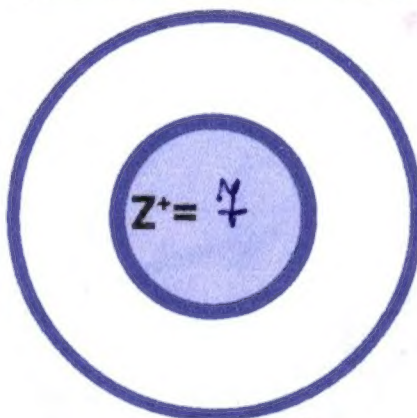
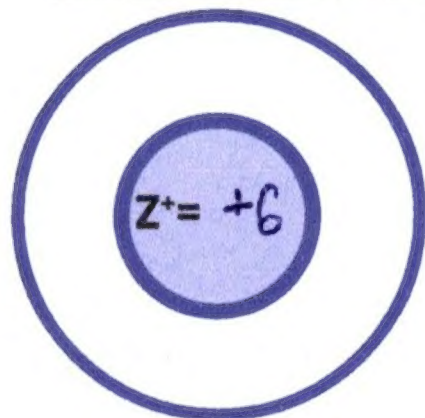
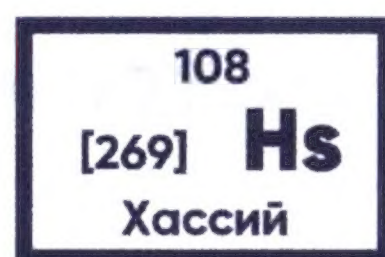
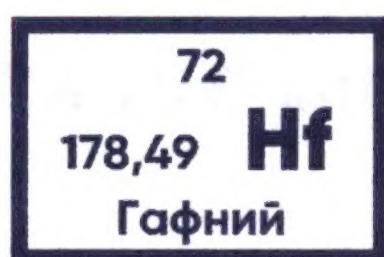
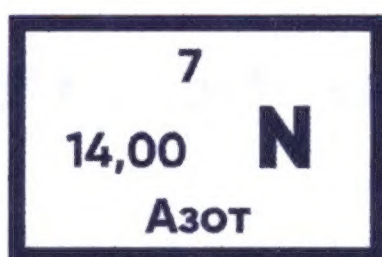
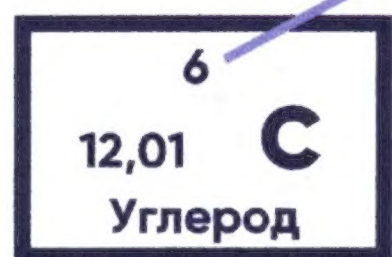
Химический элемент — совокупность атомов одного вида.



Порядковый номер = $Z^+ = N(e^-)$

(заряд ядра)

(количество электронов)



$N(e^-) = 6$

$N(e^-) = 7$

$N(e^-) = 72$

$N(e^-) = 108$

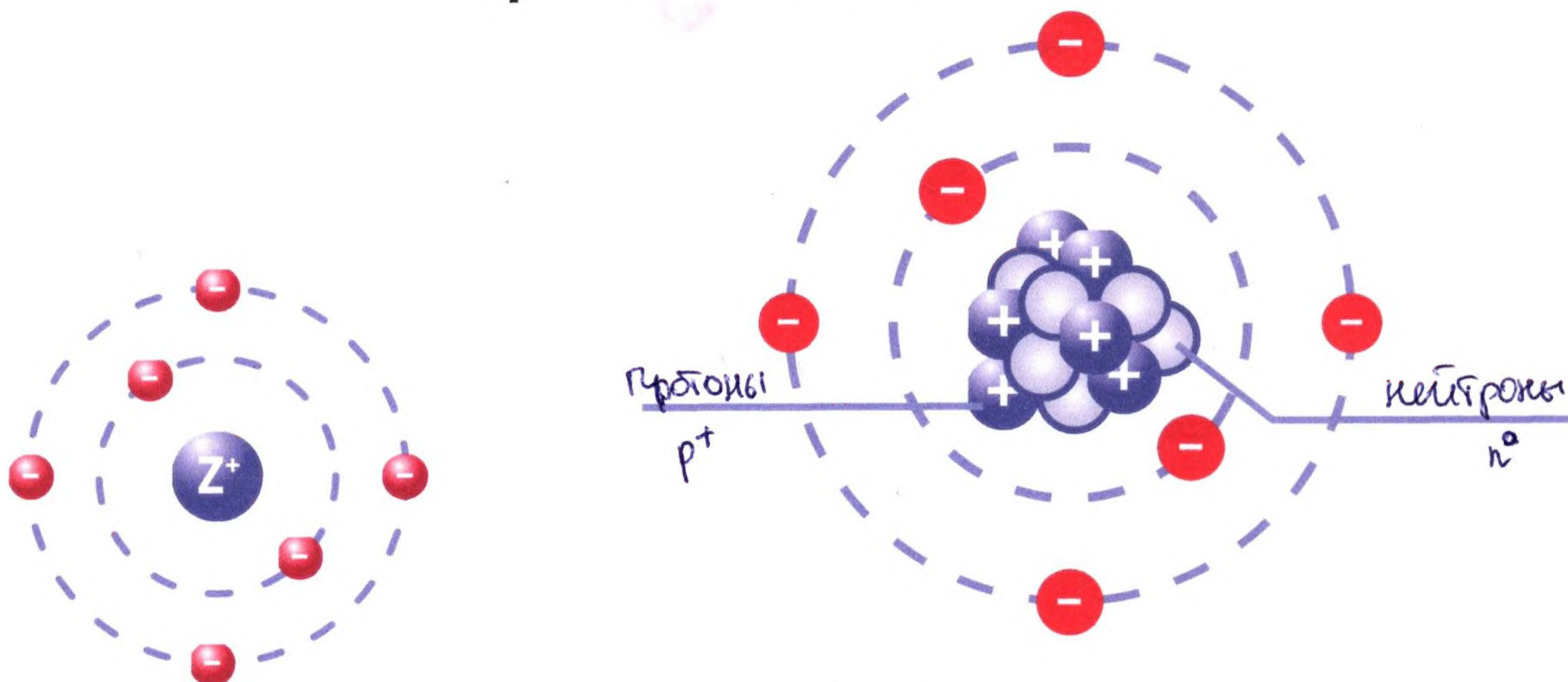
Атом

— электронейтральная частица

Химический элемент

— это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра

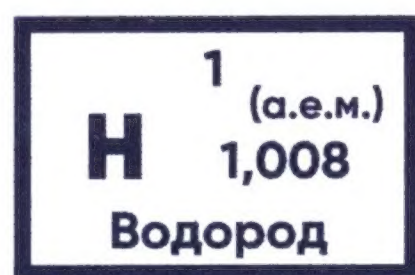
Строение атома



$Z^+ \text{ (заряд ядра)} = N(p^+) = N(e^-)$

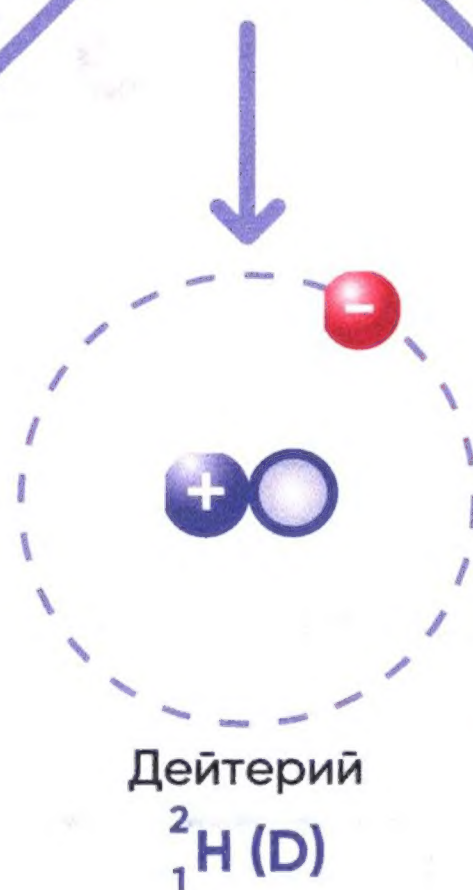
	Заряд частицы	m(а.е.м.)	m(кг)
Протон (p^+)	+1	≈ 1	$\approx 1,67 \cdot 10^{-27}$
Нейтрон (n^0)	0	≈ 1	$\approx 1,67 \cdot 10^{-27}$
Электрон (e^-)	-1	$\approx 1/1823$	$\approx 9,11 \cdot 10^{-31}$

Изоотопы



$$1p^+ + 1n^0 = 2 \text{ а.е.м.} = \text{дейтерий}$$

$$1p^+ + 2n^0 = 3 \text{ а.е.м.} = \text{Тритий}$$



кол-во нейтронов
можно изменить =
= изотопы.

НО!

кол-во протонов
нельзя изменить!
↑
связное

Химический элемент

— это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

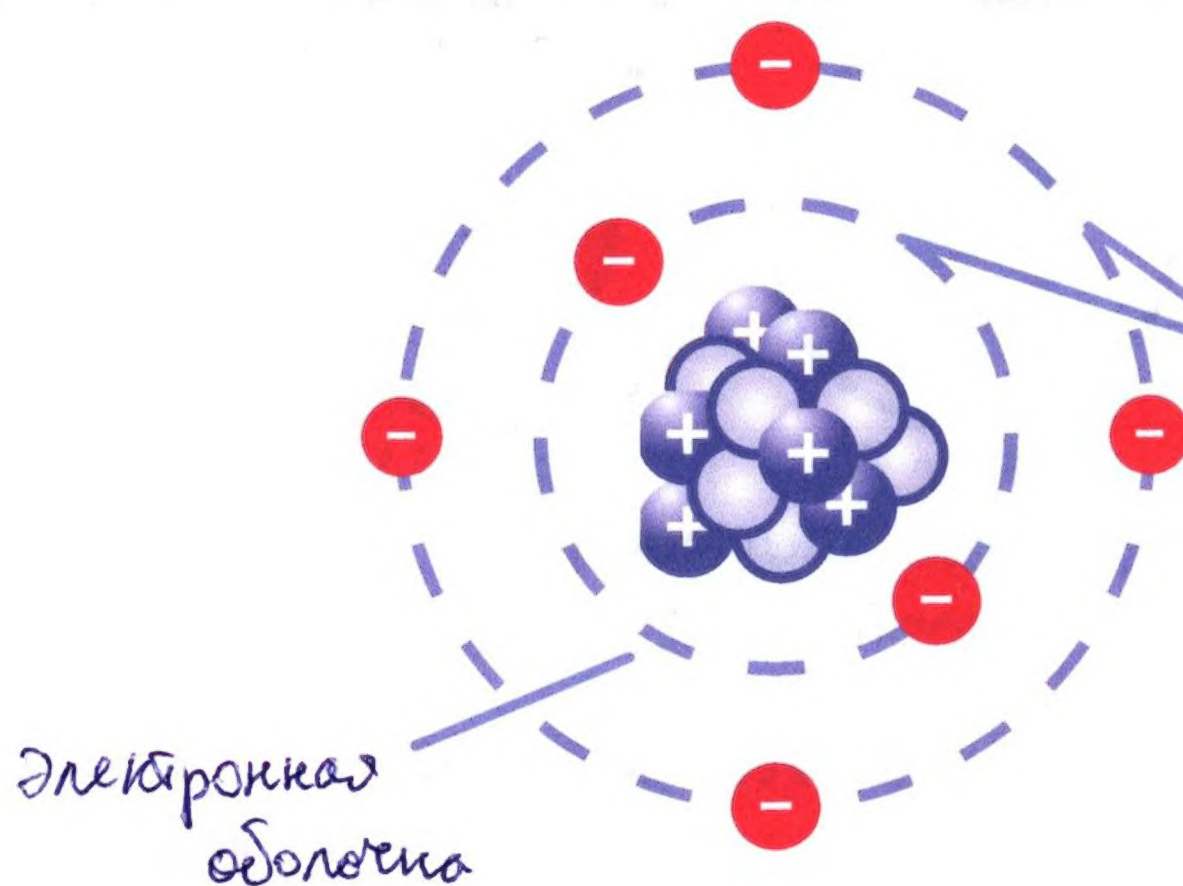
Изотопы

— это атомы, имеющие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов.

Массовое число

— это суммарное количество протонов и нейтронов в ядре атома.

Строение электронной оболочки



Энергетические уровни
(→ электронные слои)

$N(\text{энергетических уровней / электронных слоев}) = N^\circ \text{периода}$



Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

		Группы							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 1.008							(H)	
2	Li 6.94							O 16.00	F 18.998
3	Na 22.99							S 32.06	Cl 35.45
4	K 39.10							Cr 52.00	Mn 54.94
5	Rb 85.47							Mo 95.94	Tc 98.91
6	Cs 132.91							Re 186.21	Os 190.23
7	Fr 223							Lr 262	Lu 175

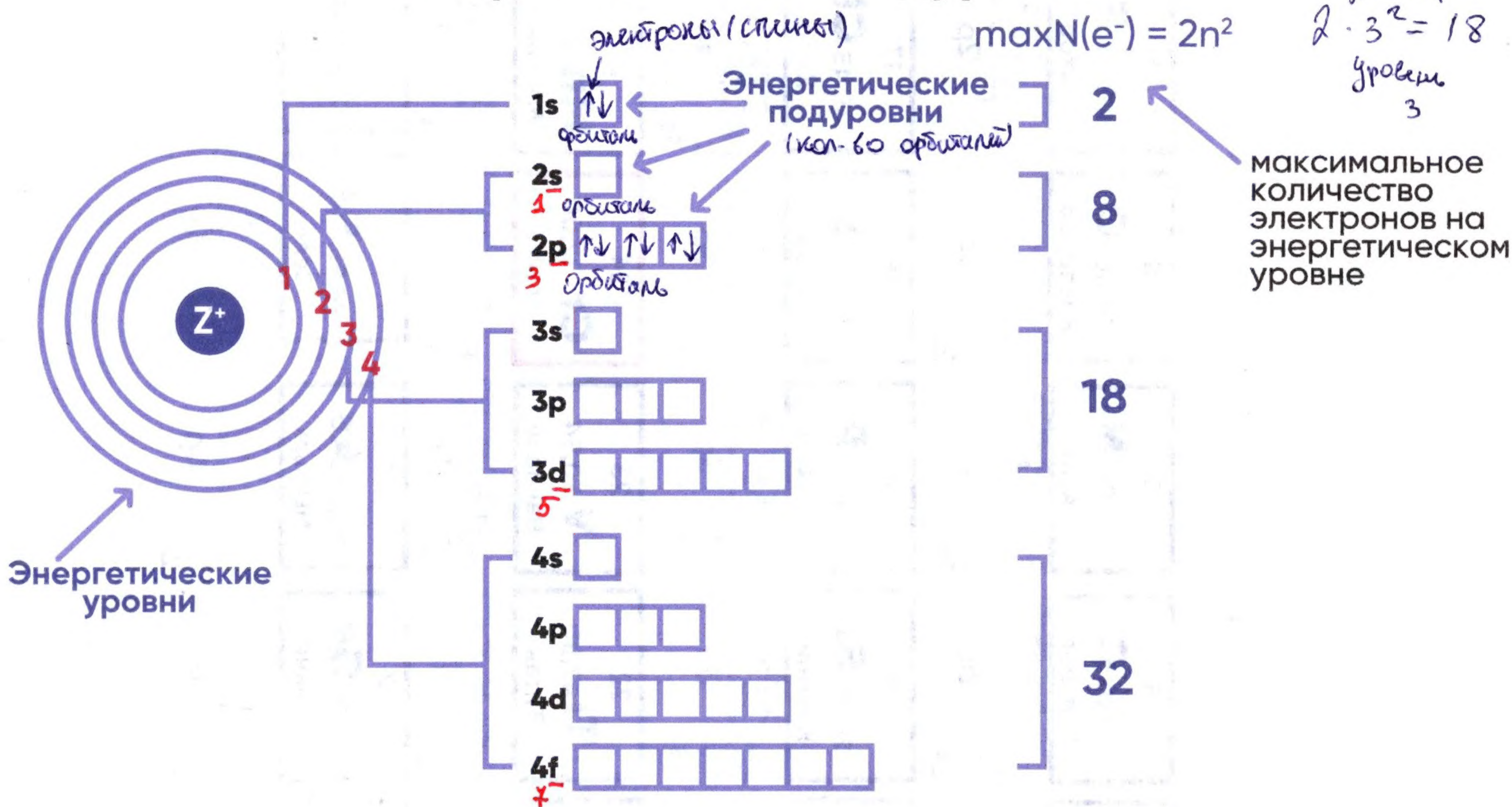
Лантаноиды

Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm 145	Sm 150.36	Eu 151.96	Gd 157.25	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.05	Lu 175.07
-----------	-----------	-----------	--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Актиниды

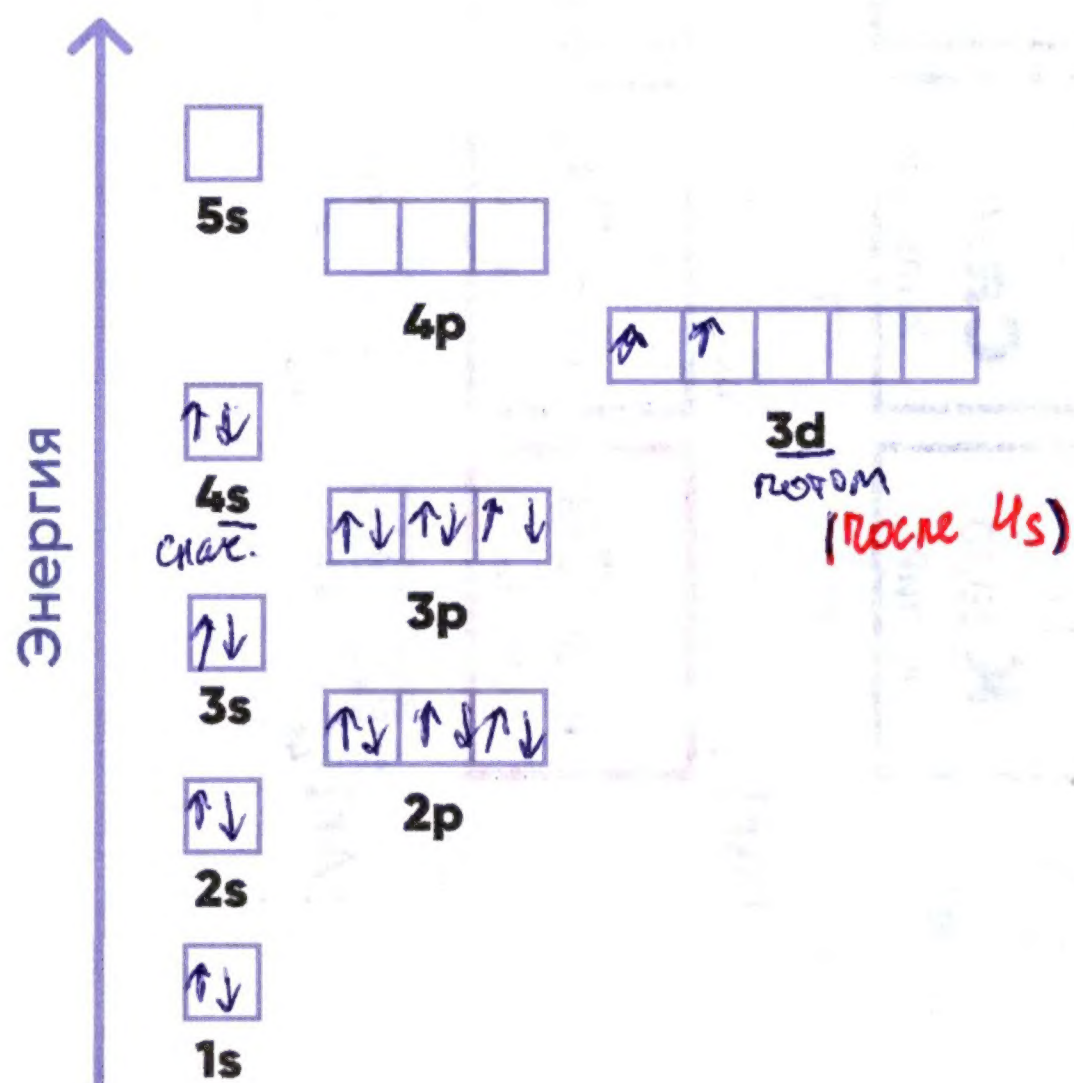
Th 232.04	Pa 231.04	U 238.03	Np 237.05	Pu 244.06	Am 243.06	Cm 247.07	Bk 247.07	Cf 251.08	Es 252.08	Fm 257.10	Md 288.10	No 289.10	Lr 262.11
-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Энергетические подуровни



Порядок заполнения орбиталей

1s → 2s → 2p → 3s → 3p → 4s → 3d → 4p → 5s



1s
2s 2p
3s 3p 3d
4s 4p 4d 4f
5s...

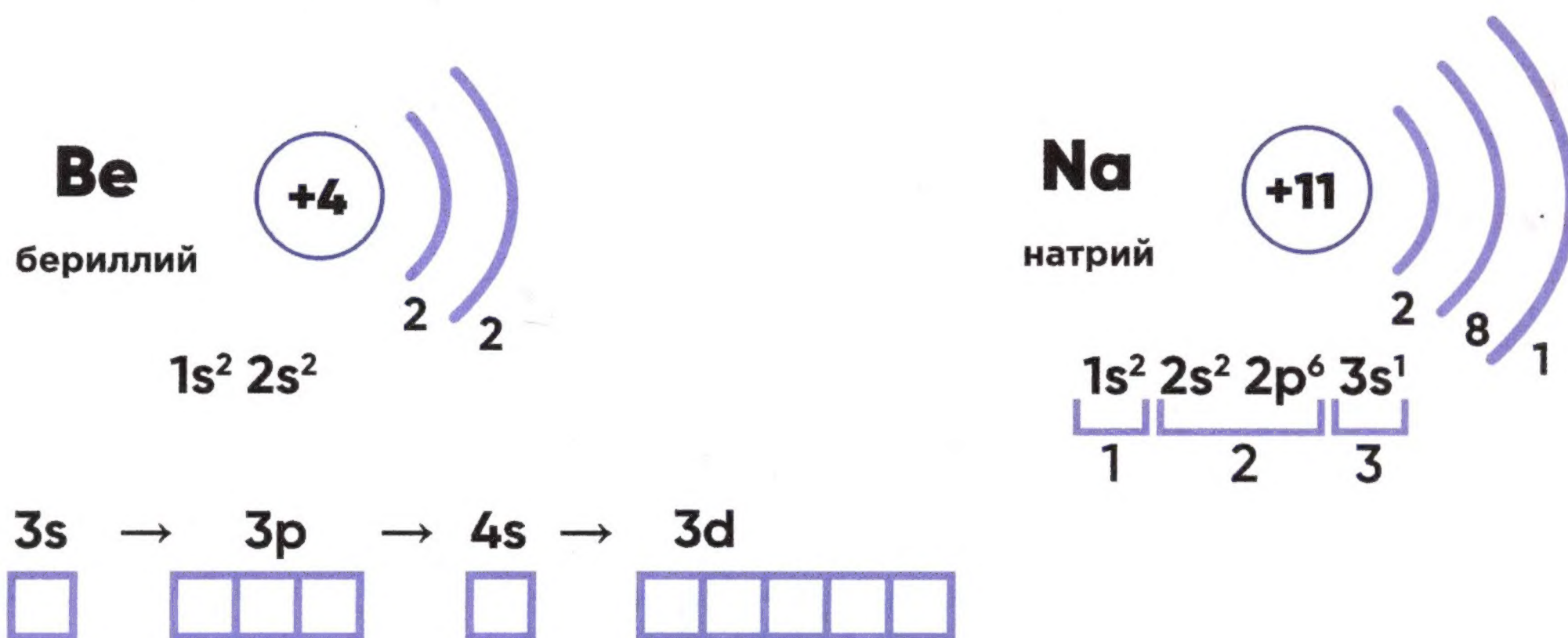
устойчивая восьми-(октет) или двухэлектронная
(дублет) оболочка

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1	1 H 1,008 Водород	↑ 1s						↑↓ 1s	2 He 4,00 Гелий	
2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 10,81 B Бор	6 12,01 C Углерод	7 14,00 N Азот	8 16,00 O Кислород	9 19,00 F Фтор		10 Ne 20,18 Неон	
	[He] ↑ 2s	↑↓ 2s	↑↓ 2s	↑↓ 2s	↑↓ 2s	↑↓ 2s	↑↓ 2s		↑↓ 2s	
3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 26,98 Al Алюминий	14 28,09 Si Кремний	15 30,97 P Фосфор	16 32,06 S Сера	17 35,45 Cl Хлор		18 Ar 39,95 Аргон	
	[Ne] ↑ 3s	↑↓ 3s	↑↓ 3s	↑↓ 3s	↑↓ 3s	↑↓ 3s	↑↓ 3s		↑↓ 3s	
4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель
	[Ar] ↑ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s
	29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром			36 Kr 83,80 Криптон
	[Ar] ↑ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s	↑↓ 4s			↑↓ 4s

проскок
электрона!

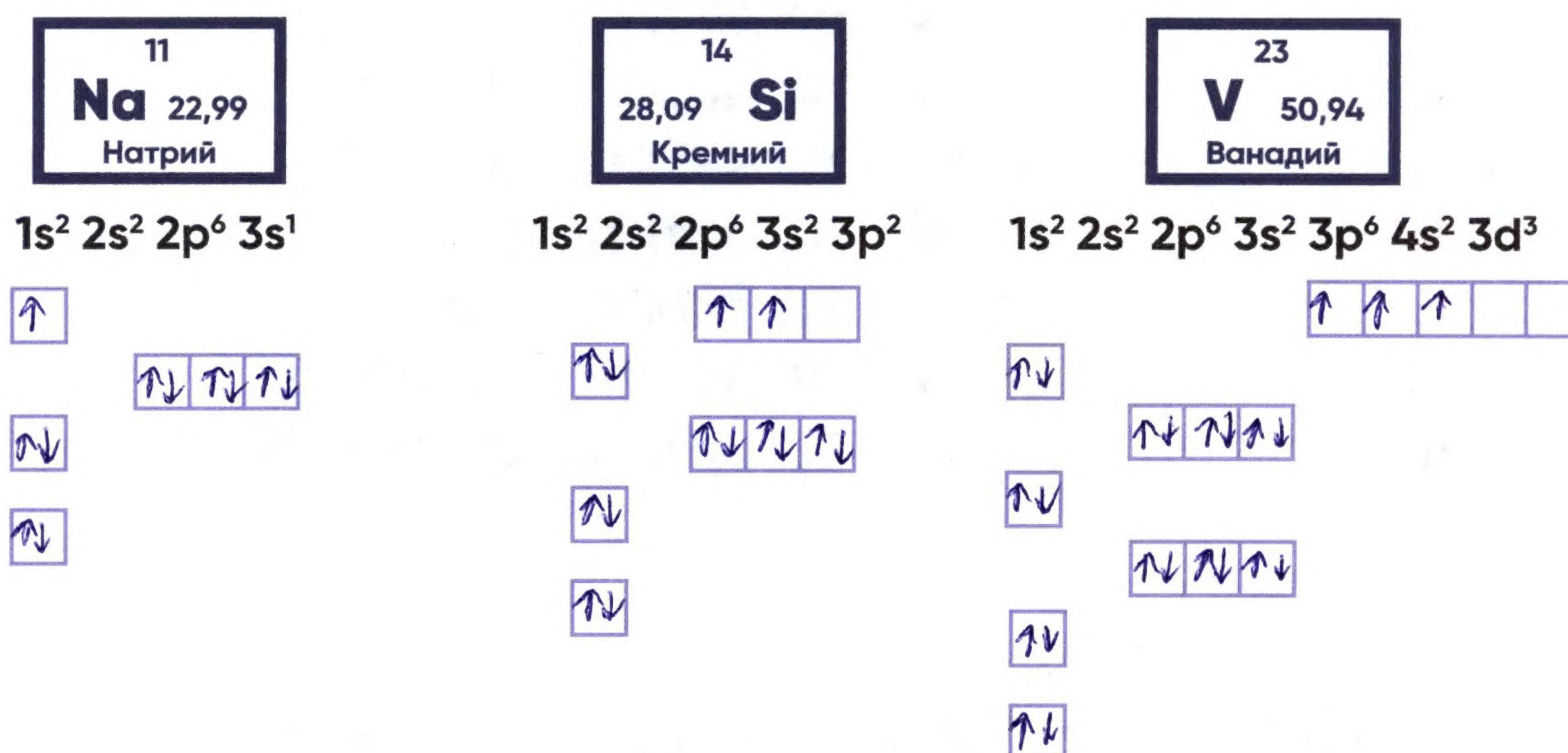
проскок
электрона!

Заполненный (завершенный) внешний энергетический уровень

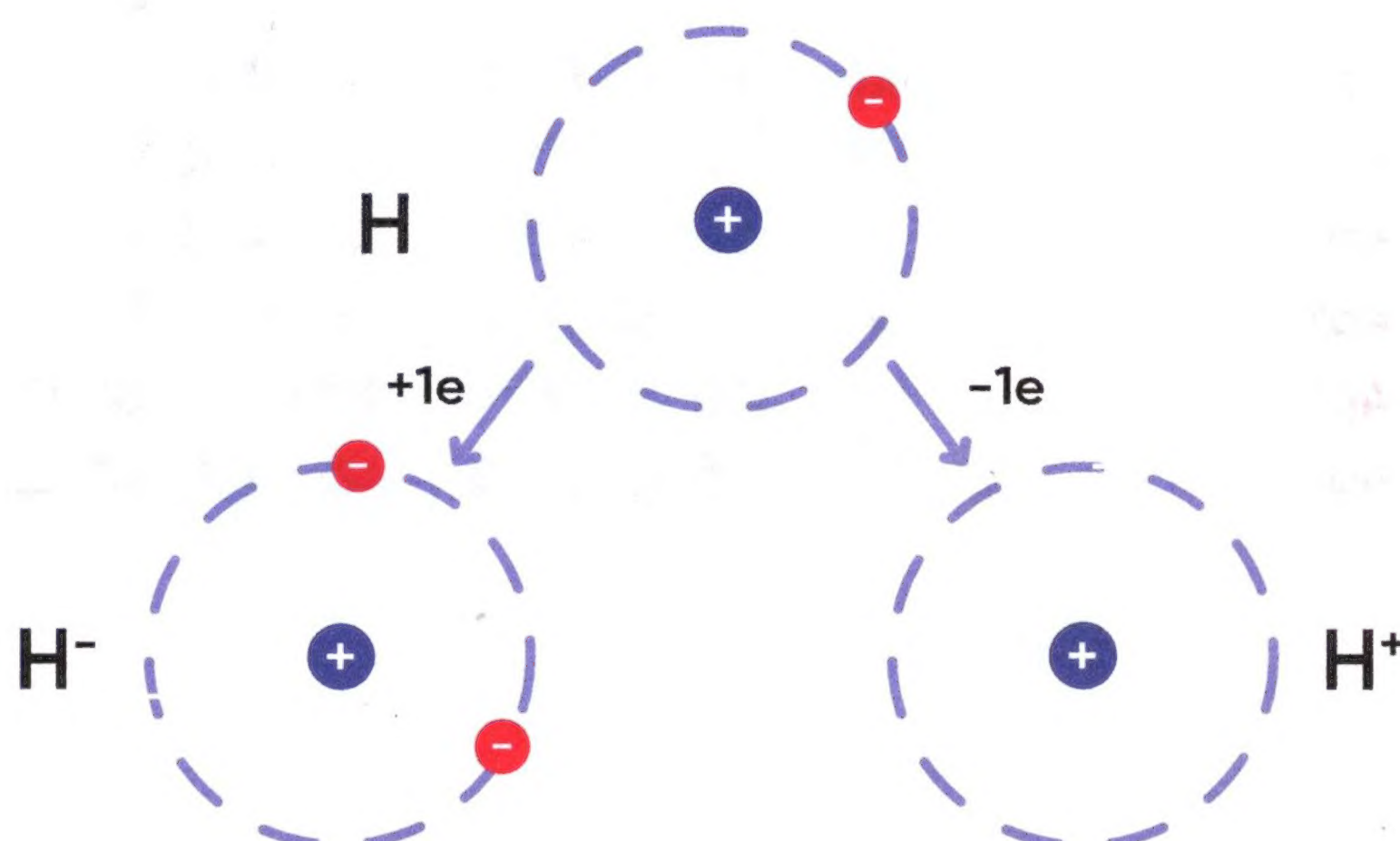
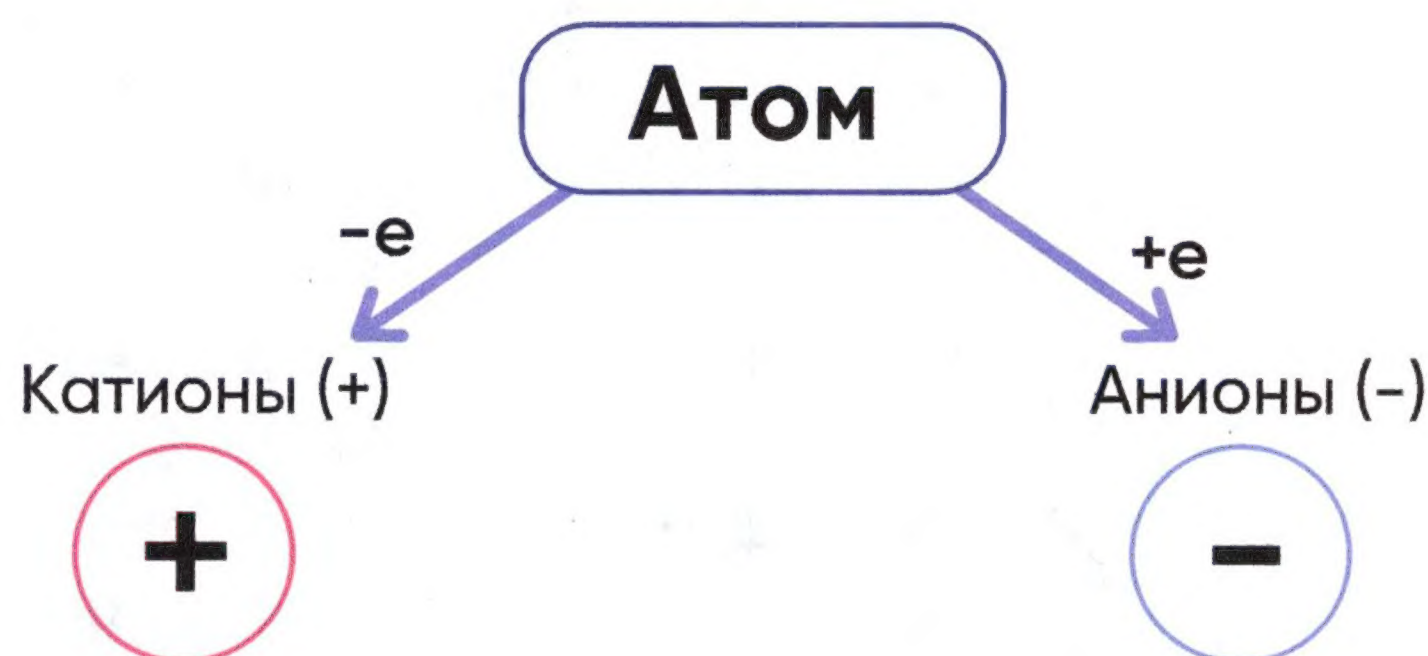


Атому Na не хватает $7e^-$ до завершения внешнего уровня

Спаренные и неспаренные электроны



Ионы



Задание 1 (1 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. Si 2. Ni 3. Cl 4. V 5. Se

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомы каких из указанных в ряду химических элементов имеют нечётный заряд ядра. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

3	4
---	---

Задание 2 (1 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. Mg 2. K 3. P 4. C 5. Al

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, в наиболее распространённых изотопах каких из указанных в ряду химических элементов число протонов равно числу нейтронов. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

1	4
---	---

Задание 3 (1 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. Be 2. O 3. Ne 4. Cl 5. Al

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомы каких из указанных в ряду химических элементов содержат не менее четырёх полностью заполненных энергетических подуровней. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

3	4
---	---

Задание 4 (1 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. V 2. As 3. O 4. B 5. N

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомы каких из указанных в ряду химических элементов содержат одинаковое число неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

2	5
---	---

Задание 5 (1 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. Li 2. Ga 3. H 4. S 5. Br

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомам каких из указанных в ряду химических элементов до завершения внешнего энергетического уровня не хватает одинакового числа электронов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

3	5
---	---

Задание 6 (1 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. C 2. V 3. Cl 4. Mn 5. Al

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомы каких из указанных в ряду химических элементов содержат валентных электронов больше, чем электронов на внешнем энергетическом уровне. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

2	4
---	---

Задание 7 (1 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. Ca 2. K 3. Cl 4. S 5. Br

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомы каких из указанных в ряду химических элементов образуют двухзарядные ионы изоэлектронные атому аргона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

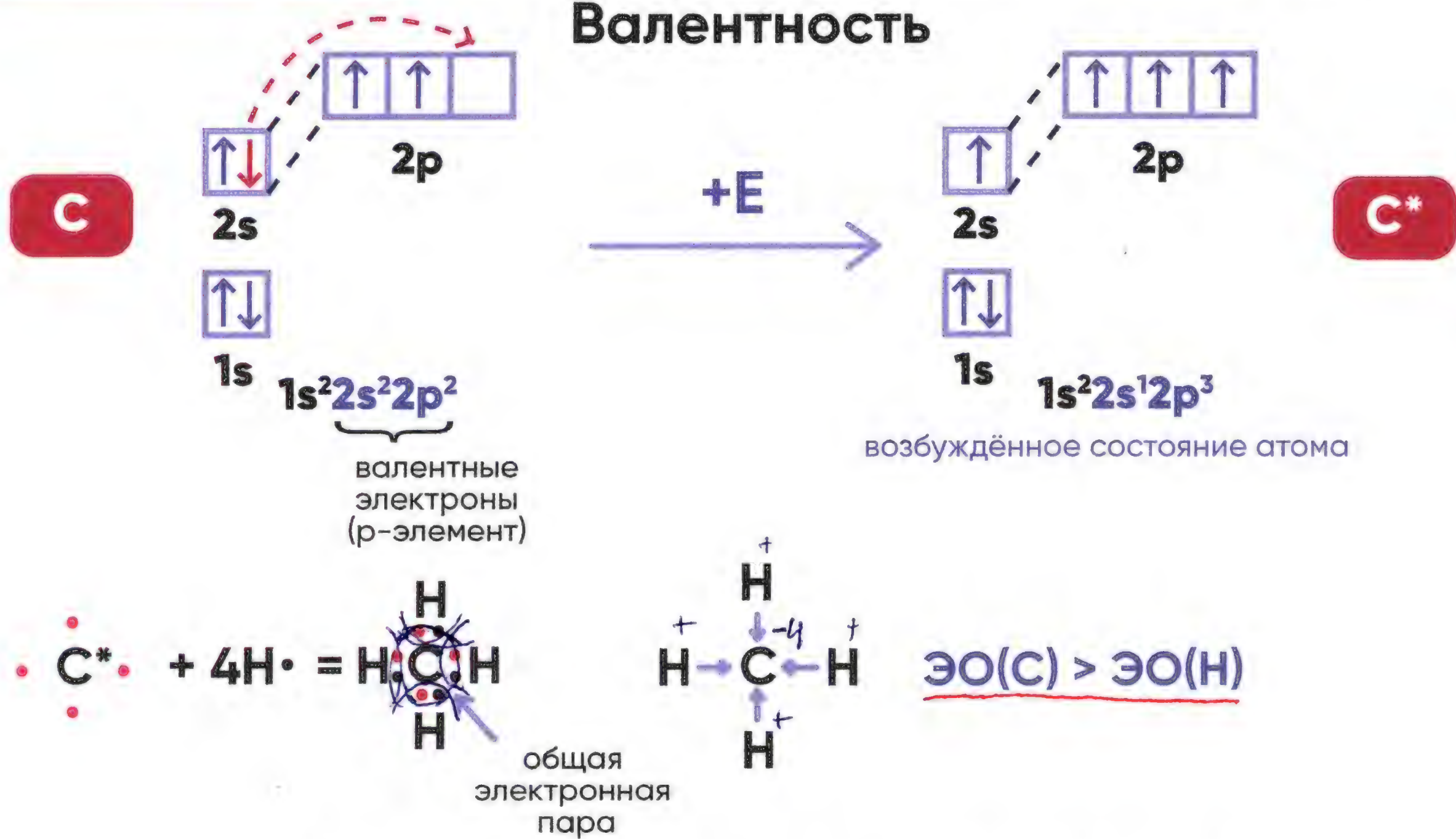
1	5
---	---

Молекулы

Электроотрицательность

Электроотрицательность — способность атома перетягивать на себя электроны.

Валентность



Валентность и степень окисления

Валентность — это количество связей (общих электронных пар), которые образует атом в соединении.

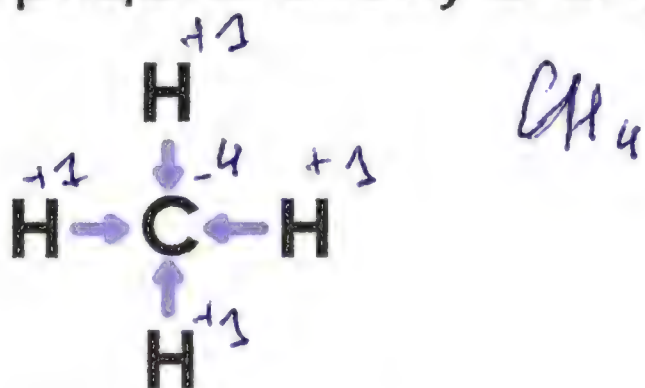
Степень окисления — это условный заряд атома, который он приобретает в соединении, если считать, что электроны полностью оттянуты к более электроотрицательному атому.

Валентность C = IV

Степень окисления C = -4

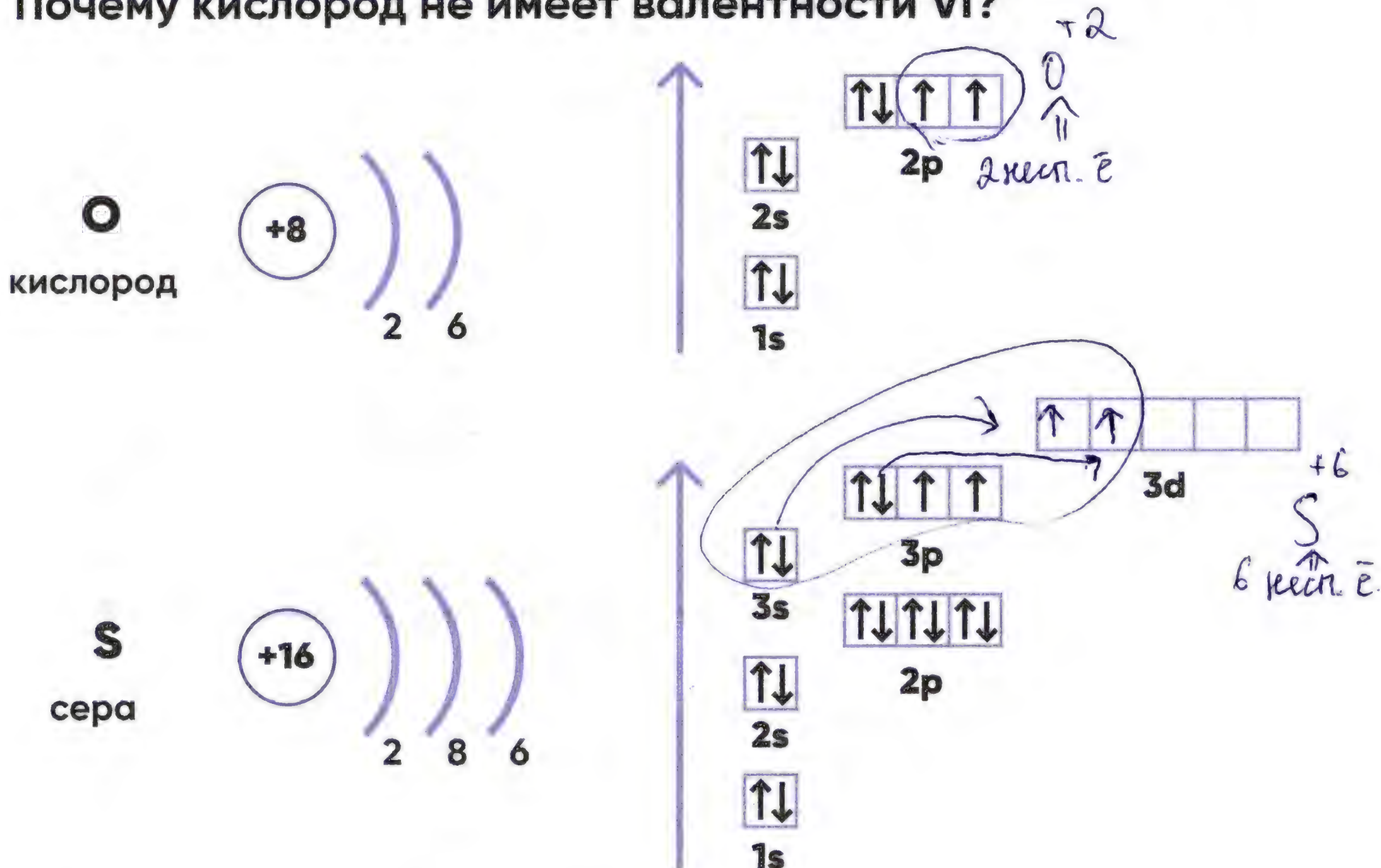
Валентность H = I

Степень окисления H = +1

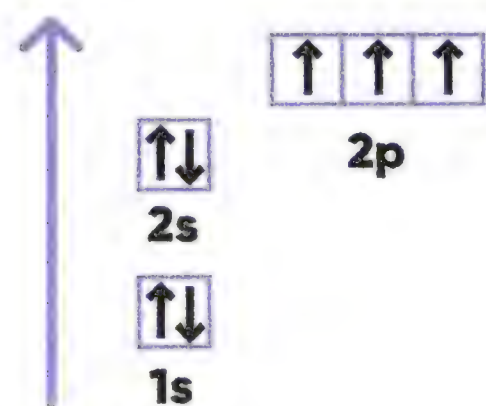
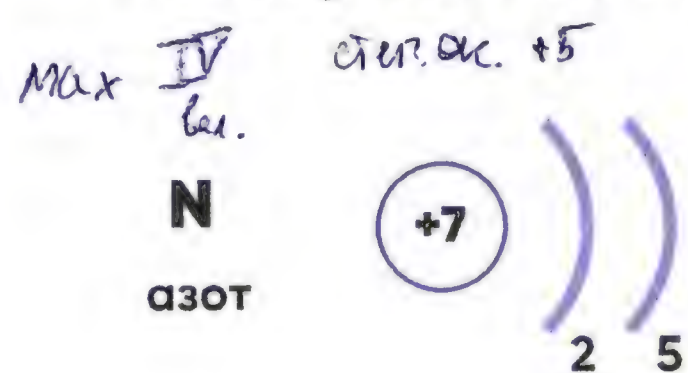


Элементы второго периода

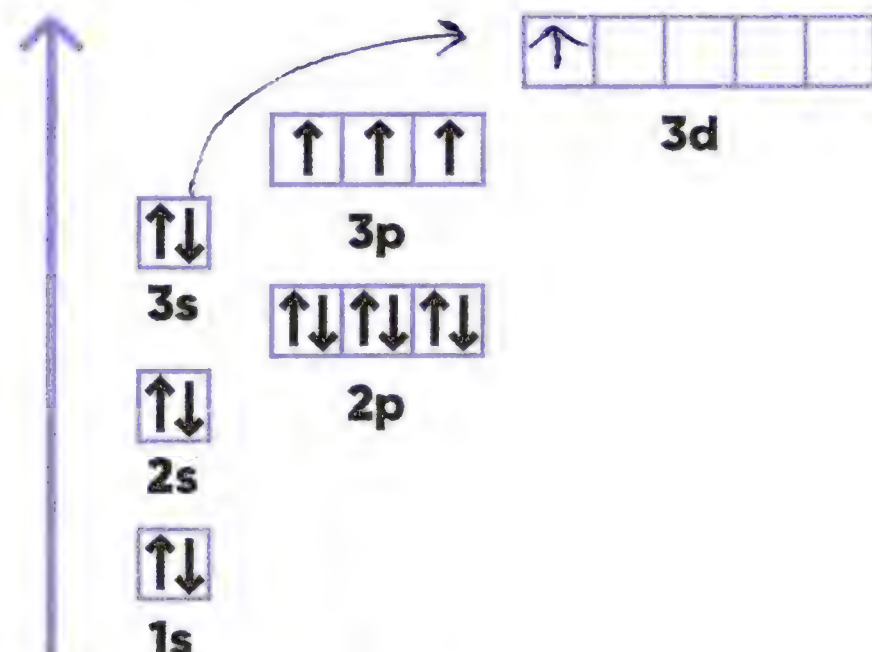
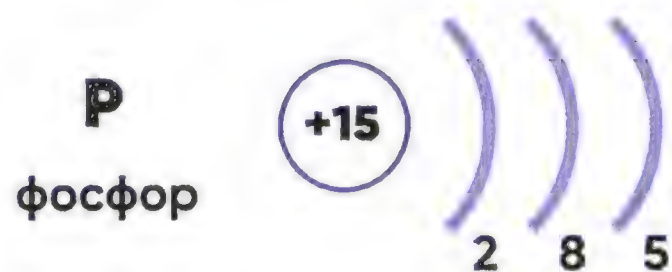
Почему кислород не имеет валентности VI?



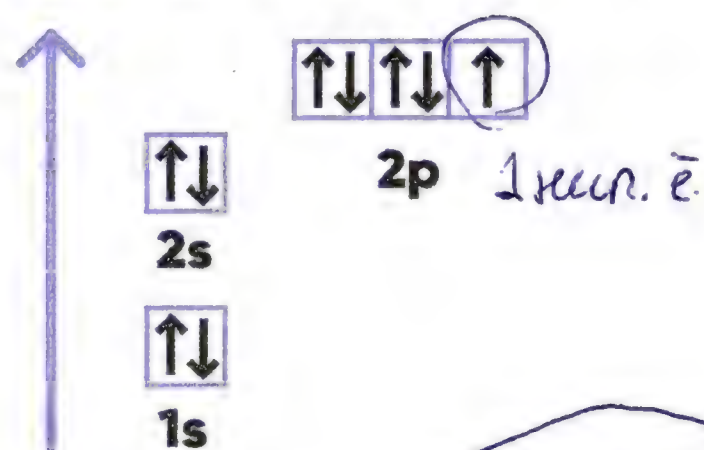
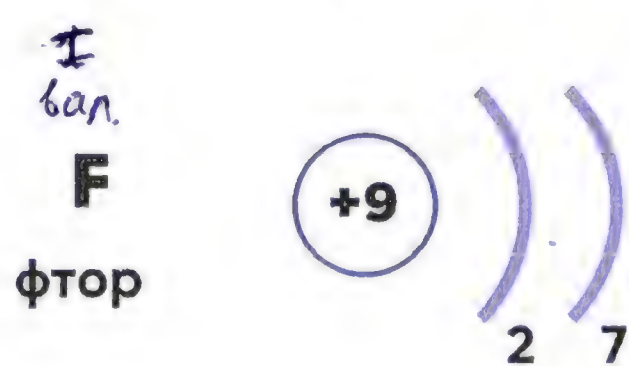
Почему азот не имеет валентности V?



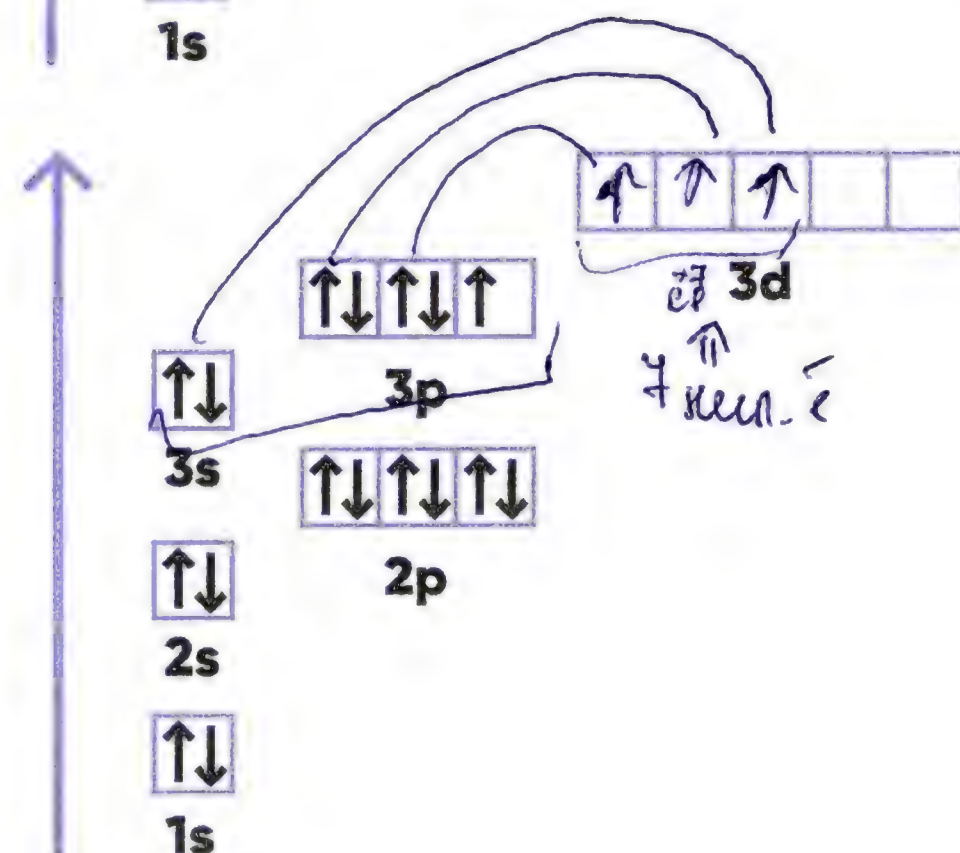
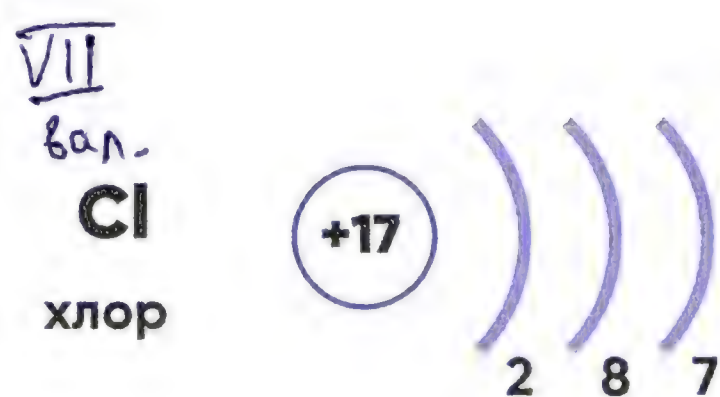
N
Максимальная валентность IV
Максимальная степень окисления +5



Почему фтор не имеет валентности VII?



Валентность = I
Степень окисления = 0, -1



1. Степень окисления в простых веществах = 0

2. Постоянные степени окисления элементов в сложных веществах:

- IА группа: $Li^{+1}, Na^{+1}, K^{+1}, Rb^{+1}, Cs^{+1}$
- II группа: $Be^{+2}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Sr^{+2}, Ba^{+2}, Zn^{+2}, Cd^{+2}$
- Al^{+3}
- F^{-1}

3. Типичные степени окисления:

- H^{+1} (кроме гидридов)
- O^{-2} (кроме OF_2, O_2F_2 , пероксидов, супероксидов, озонидов)

4. Min CO (Me) = 0 (не характерны отрицательные CO)

CO не всегда совпадает с валентностью
пример: CO (N) ≠ валентность
CO азота = +5
валентность азота = IV

Максимальная (высшая) степень окисления = N° группы валентность $\neq N^{\circ}$

Исключения:

Степень окисления:

- 2 период: O, F
- инертные газы
- Fe, Co, Ni, Cu, Ag, Au...

FON

Минимальная (низшая) степень окисления = N° группы - 8

Исключения:

Степень окисления:

- металлы
- инертные газы⁰

$N \quad 5 - 8 = -3 \text{ min}$
 $O \quad 6 - 8 = -2 \text{ min}$

Водородные соединения

Гидриды

с Me

Me $\rightarrow$ H

I	II	III
LiH^{-1} гидрид лития	BeH_2^{-1} гидрид бериллия	
NaH^{-1} гидрид натрия	MgH_2^{-1} гидрид магния	AlH_3^{-1} гидрид алюминия
KH^{-1} гидрид калия	...	...

Летучие водородные соединения

с неMe

IV	V	VI	VII
CH_4^{+1} метан	NH_3^{+1} аммиак	H_2O^{+1} вода	HF^{-1} фтороводород
SiH_4^{+1} силан	PH_3^{+1} фосфин	H_2S^{+1} сероводород	HCl^{+1} хлороводород
...	...	...	HBr^{+1} бромоводород
			HI^{+1} йодоводород

Валентность в летучем водородном соединении = 8 - N° группы

Высшие оксиды

$\neq$ азоту V

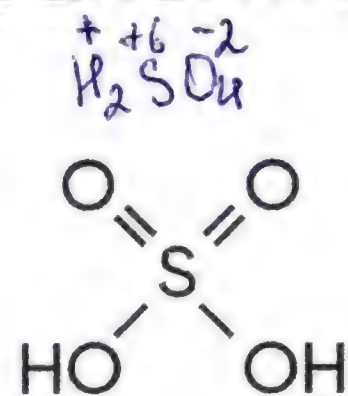
В оксидах CO(O) = -2

$^{+2}OF_2$
 F_2O^{+2} X не окс.

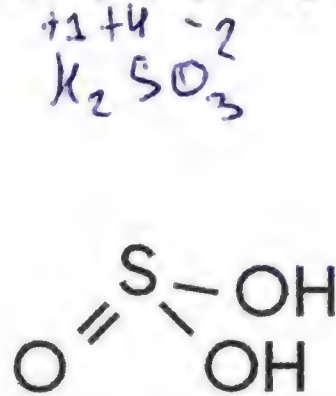
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Max CO = N° группы	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7

$Э^{+1} O^{-2}$ Li_2O^{+2} $Э^{+2} O^{-2}$ BeO^{+2} $Э^{+3} O^{-2}$ $Al_2O_3^{+3}$ $Э^{+4} O^{-2}$ SiO_2^{+4} $Э^{+5} O^{-2}$ $N_2O_5^{+5}$ $Э^{+6} O^{-2}$ $S_2O_6^{+6}$ $Э^{+7} O^{-2}$ $Cl_2O_7^{+7}$

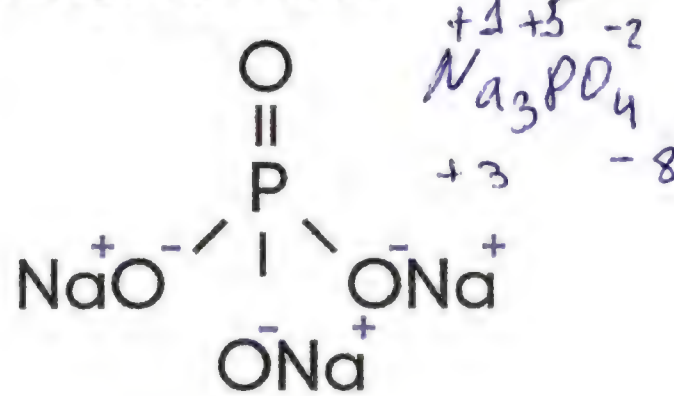
Валентность и степень окисления



серная кислота



сернистая кислота



фосфат натрия

с.о. S: +6
O: -2
H: +1

б.с. S: 6
O: 2
H: 1

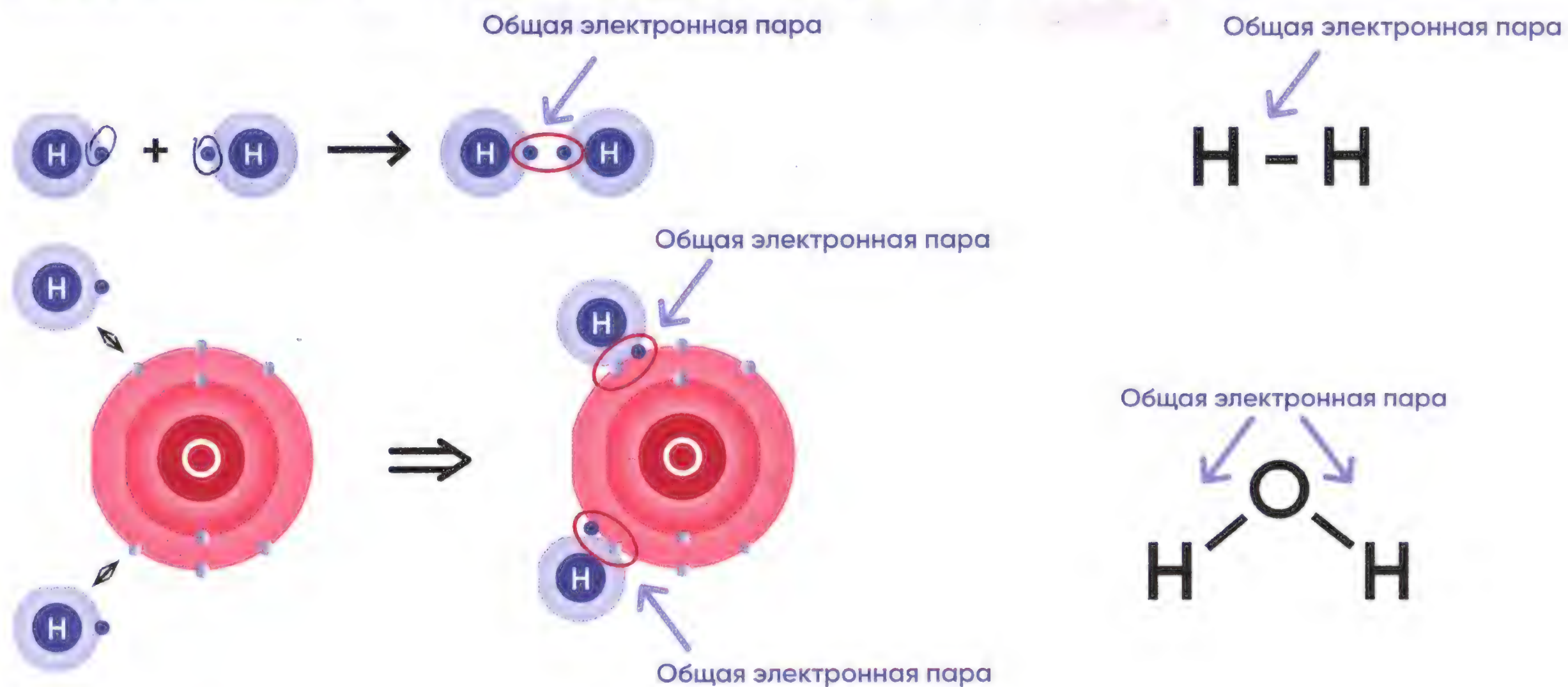
с.о. S: +4
O: -2
H: +1

б.с. S: 4
O: 2
H: 1

с.о. Na: +1
P: +5
O: -2
б.с. P: V
Na: I
O: 2

$$\begin{array}{ccc}
 \begin{array}{c} +1 \quad +5 \quad -2 \\ \text{NaNO}_3 \end{array} & | & \begin{array}{c} +1 \quad +5 \\ \text{K}_2\text{O} \\ \swarrow \quad \searrow \\ +1 \quad -1 \end{array} & | & \begin{array}{c} +4 \quad -2 \quad -1 \\ \text{SOCl}_2 \\ \swarrow \quad \searrow \\ -2 \quad -3 \\ -4 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c} +2 \quad 3 \quad -2 \\ \text{HNO}_2 \\ +1 \quad -1 \end{array} & | & \begin{array}{c} +2 \quad -2 \\ \text{FeS} \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c} +2 \quad +5 \quad -2 \\ \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \\ +6 \quad -16 \end{array}
 \end{array}$$

Ковалентная связь — общая электронная пара



Одинаковая ЭО

Разная ЭО

ковалентная неполярная

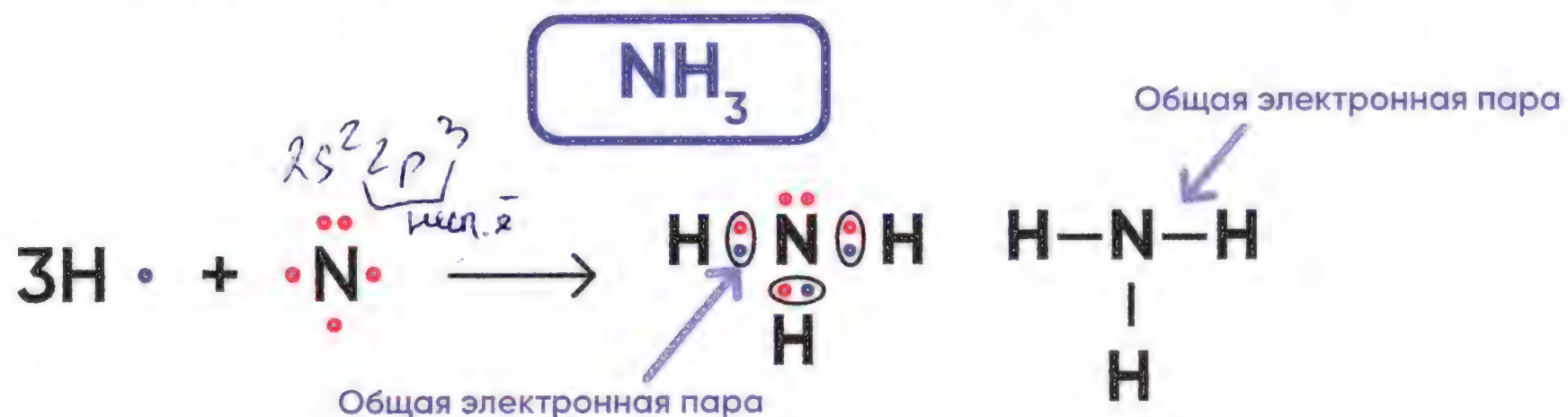
ковалентная полярная

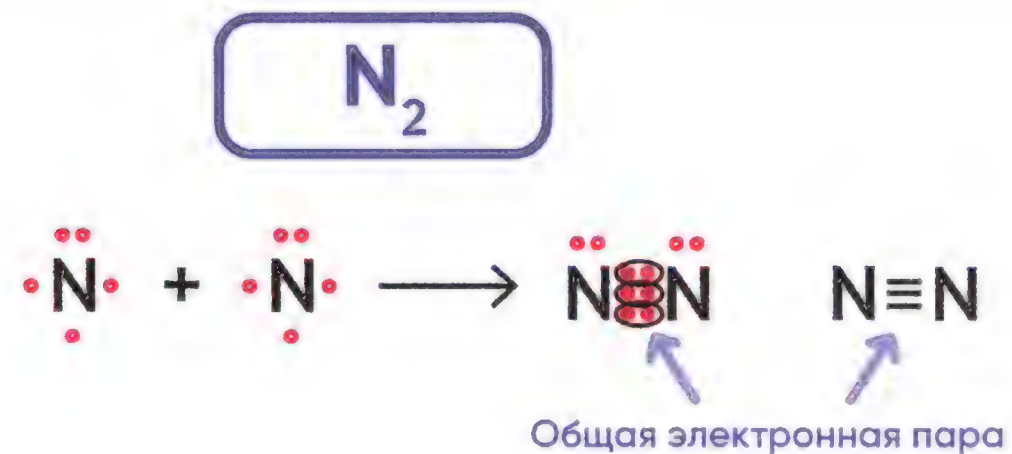
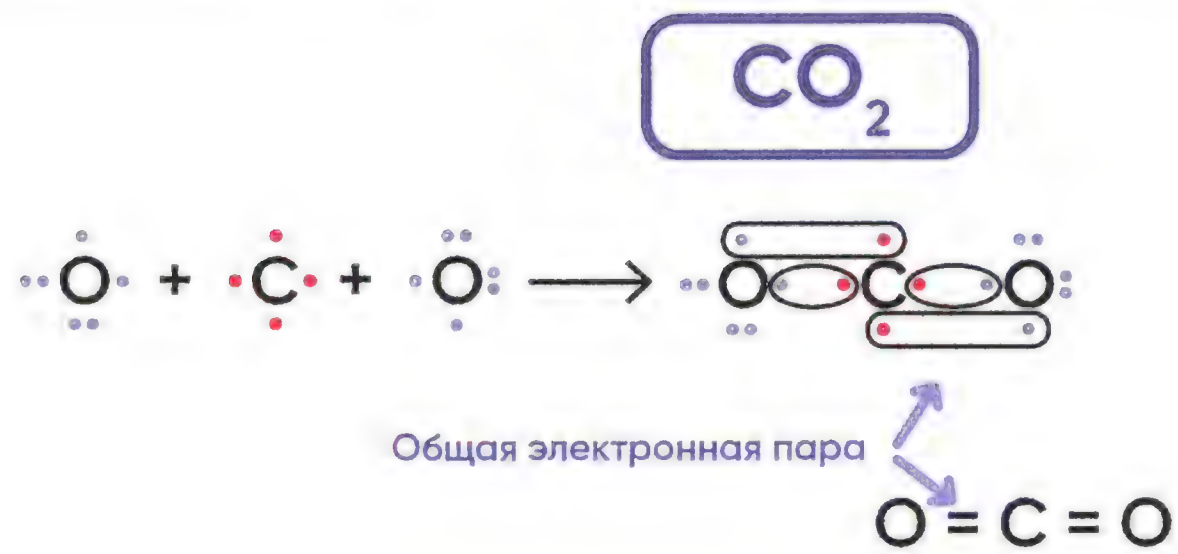
ионная

полярность растёт

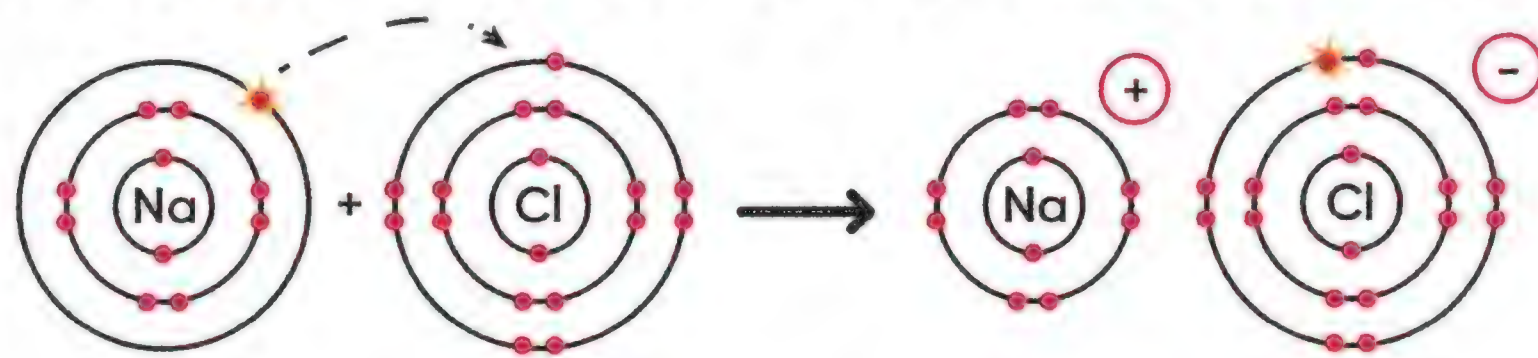
Разность ЭО растёт

Образование химической связи: ковалентные связи

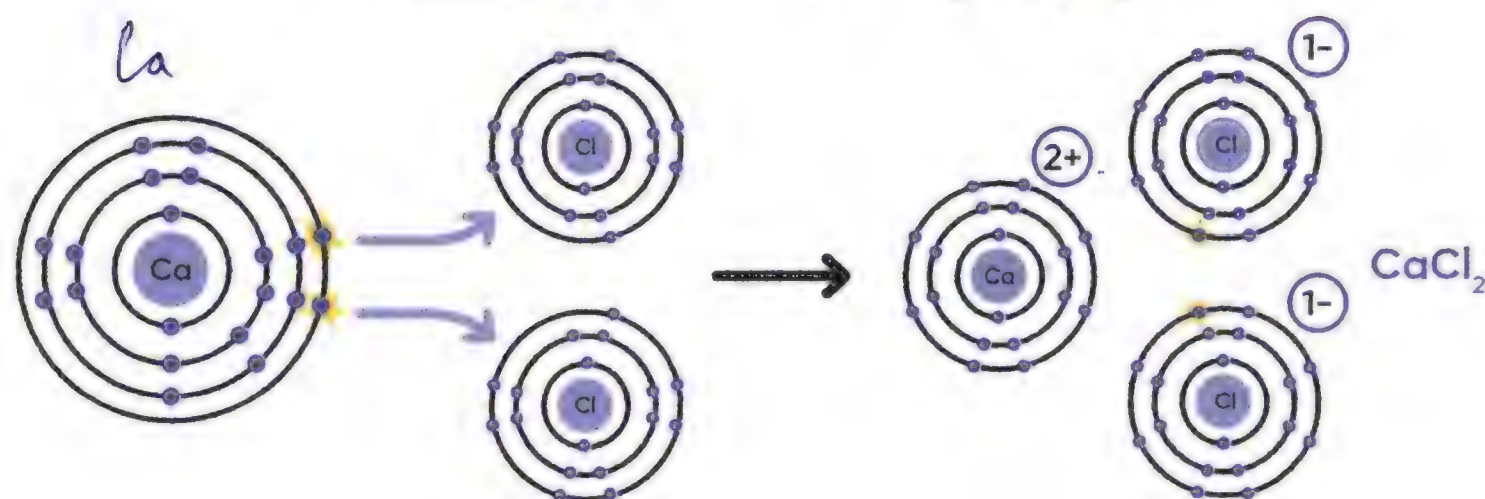




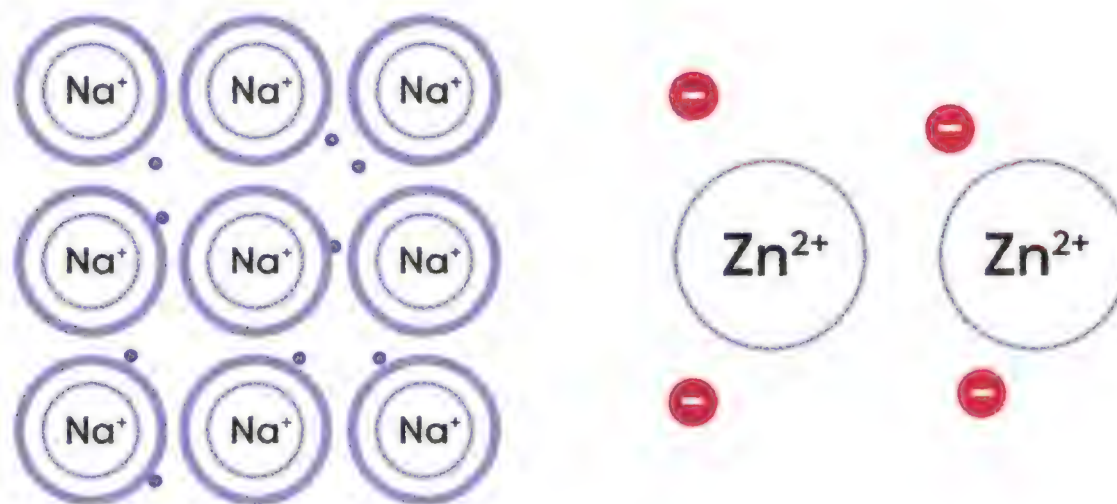
Образование химической связи: ионные связи



Me + отриц. зар. ато.



Металлическая связь

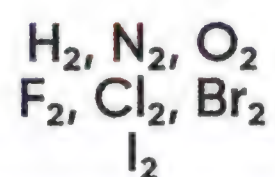


Типы химических связей

Ковалентная

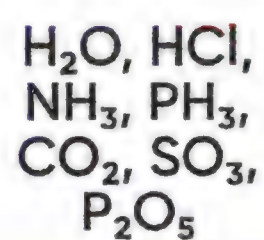
Неполярная

между одинаковыми атомами неметаллов



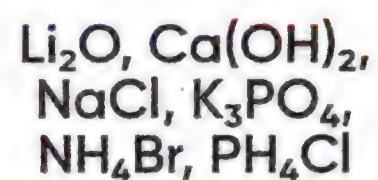
Полярная

между атомами неметаллов с разной Э.О.



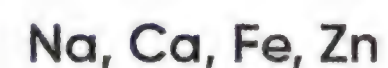
Ионная

между атомами Me и не Me + соли аммония и фосфорных



Металлическая

между атомами Me



Задание 1 (3 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. Si 2. Be 3. As 4. P 5. Al

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, степень окисления которых в соединениях не может принимать отрицательное значение.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

2 5

Только Me!

Задание 2 (3 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. N 2. O 3. F 4. Al 5. Bi

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, высшая степень окисления которых в соединениях равна степени окисления фосфора в соединении $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

1 5

выс. с. ок. равна N⁵ группа. Г.к. у P⁵, то смотрим V => N и Bi

Задание 3 (3 КИМ)

Для выполнения заданий используйте следующий ряд химических элементов:

1. Ti 2. H 3. S 4. P 5. F

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую разность между значениями их высшей и низшей степеней окисления.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

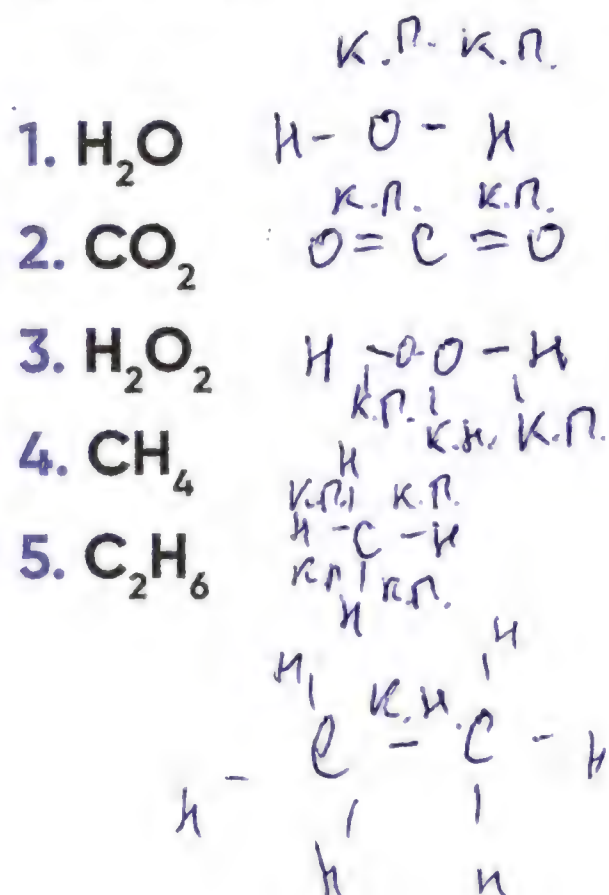
Ответ:

3 4

Задание 4 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, в которых присутствует химическая связь такого же типа, как связь в молекуле азота.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

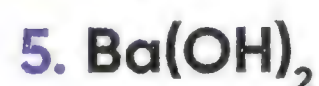
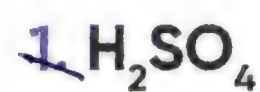


Ответ:

3 5

Задание 5 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, в которых присутствует как ковалентная полярная, так и ионная связи. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.



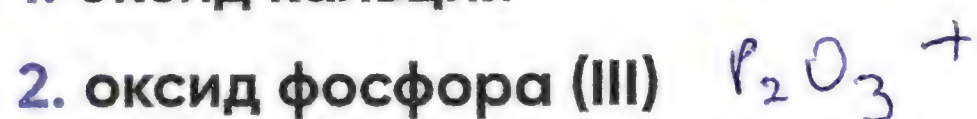
$Li-Cl$, т.к. у нее связь с Me
только ионная

Ответ:

3	5
---	---

Задание 6 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, в которых присутствует ковалентная полярная химическая связь. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

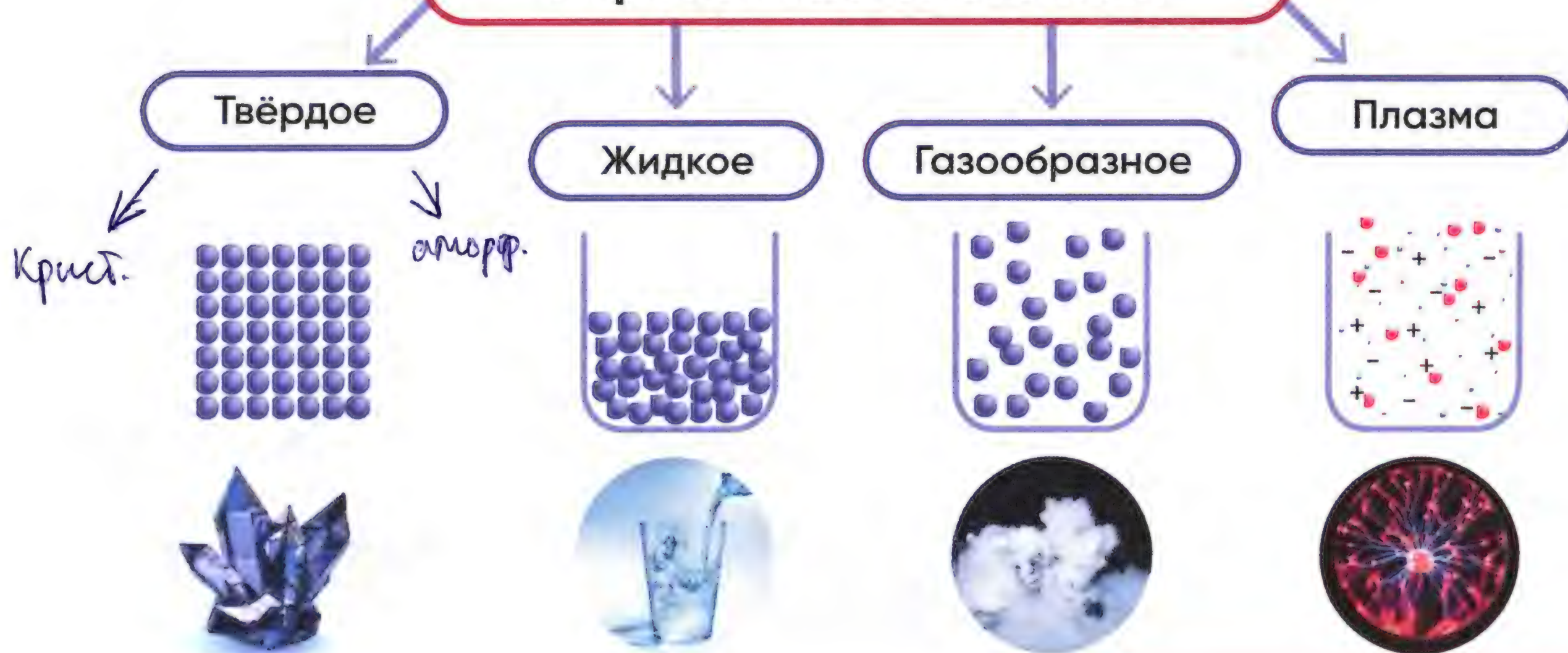


Ответ:

2	5
---	---

Вещества и их свойства

Агрегатные состояния



Плазма — наиболее распространённое состояние вещества в природе, на неё приходится около 99% массы Вселенной.

Неорганические вещества

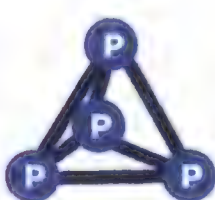


Простые вещества состоят из атомов одного вида

Сложные вещества состоят из атомов нескольких видов

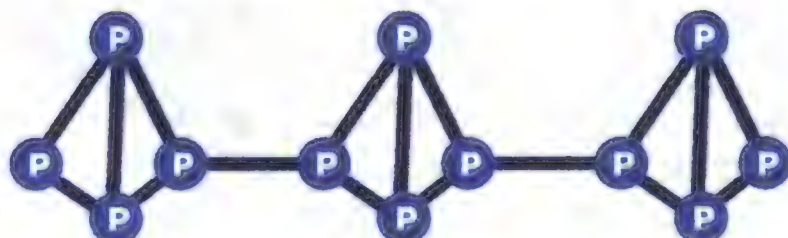
Аллотропные модификации фосфора

Белый фосфор



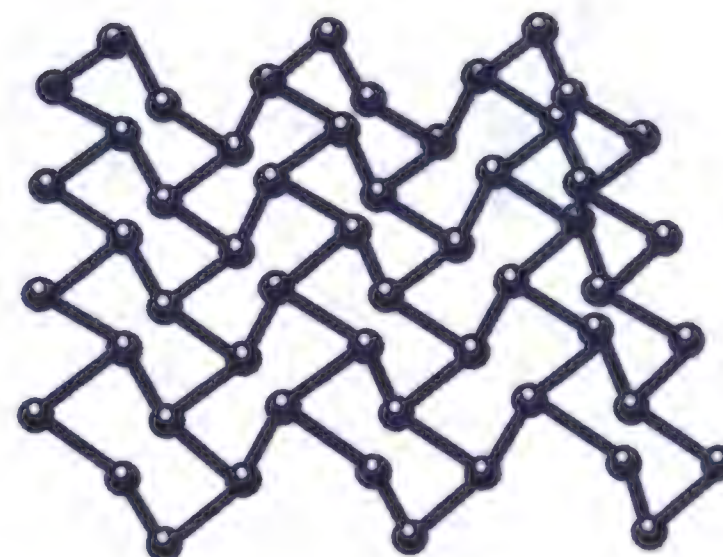
Химически активен и ядовит

Красный фосфор

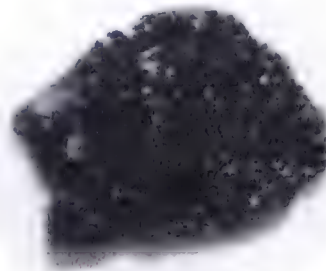


Применяется в производстве спичек

Чёрный фосфор



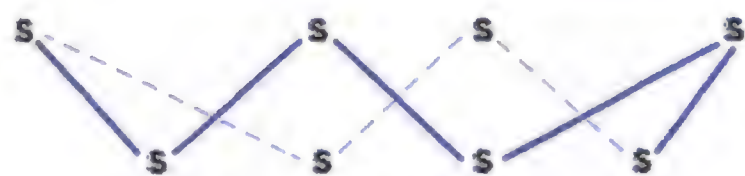
Наиболее стабильная и наименее активная форма



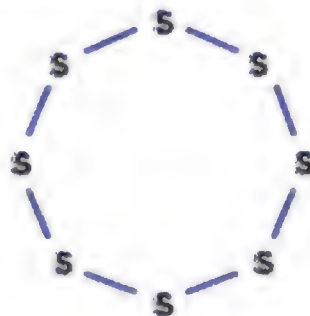
Аллотропные модификации серы

S

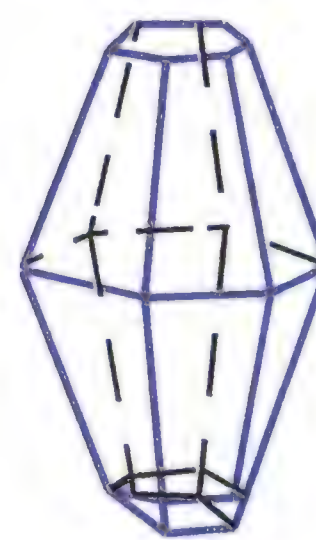
Моноклинная и ромбическая сера



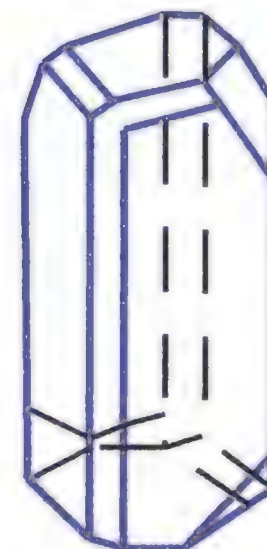
Вид сбоку



Вид сверху



ромбическая



моноклинная

Пластическая сера



Пластическая

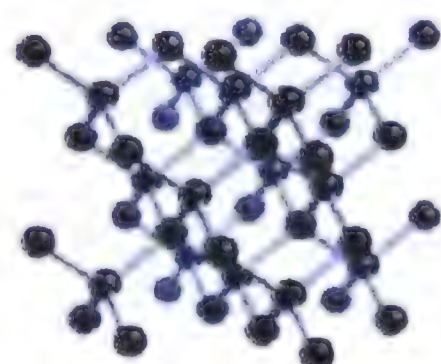


Пластическая и моноклинная сера неустойчивы и самопроизвольно превращаются в ромбическую

Аллотропные модификации углерода

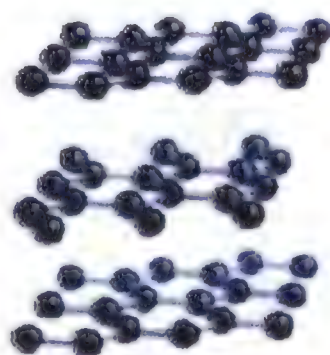
C

алмаз
(кубический)



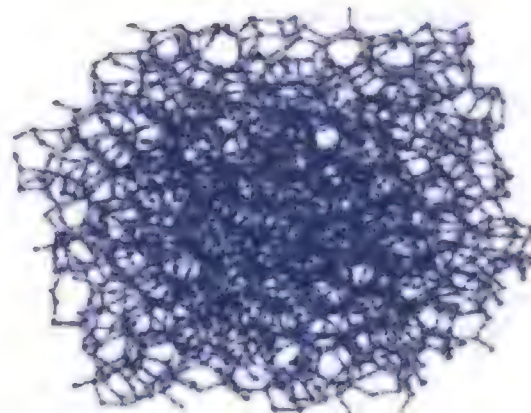
Самое твердое,
но хрупкое вещество

графит

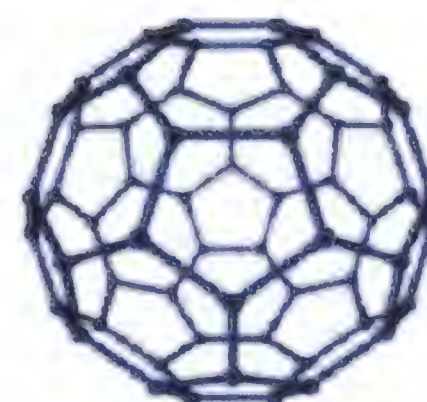


Хорошо проводит
электрический ток

аморфный
углерод

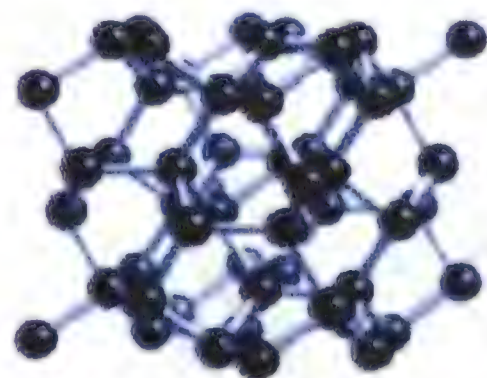


фуллерен



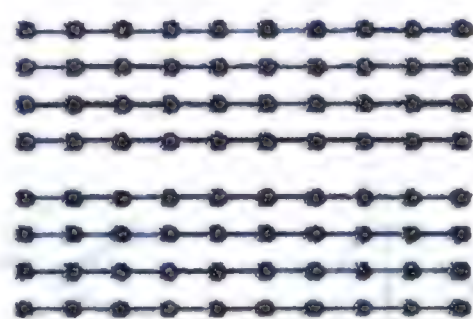
C₆₀, характерно
молекулярное
строение

Гексагональный
алмаз —
Лонсдейлит



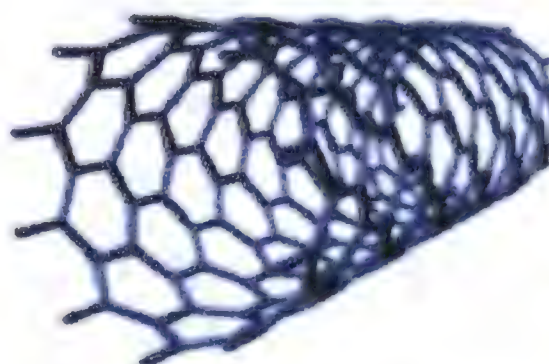
Мелкие кристаллы,
видимые только
под микроскопом

Карбин



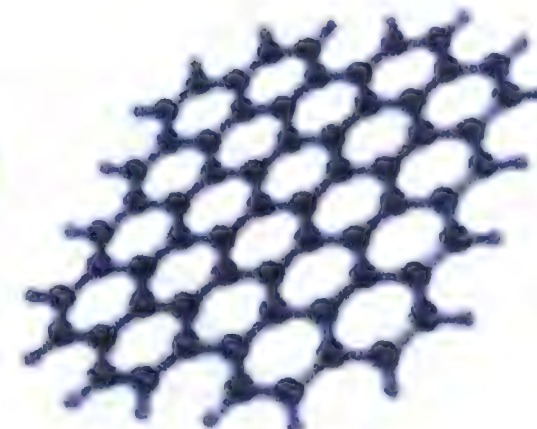
Порошок чёрного
цвета, полупроводник

Однослойная
углеродная
нанотрубка



Обладает высокой
прочностью,
полупроводник

Графен



Обладает рекордно
высокой
теплопроводностью



Аморфный кремний

Порошок бурого цвета, более реакционно способен, чем кристаллический кремний

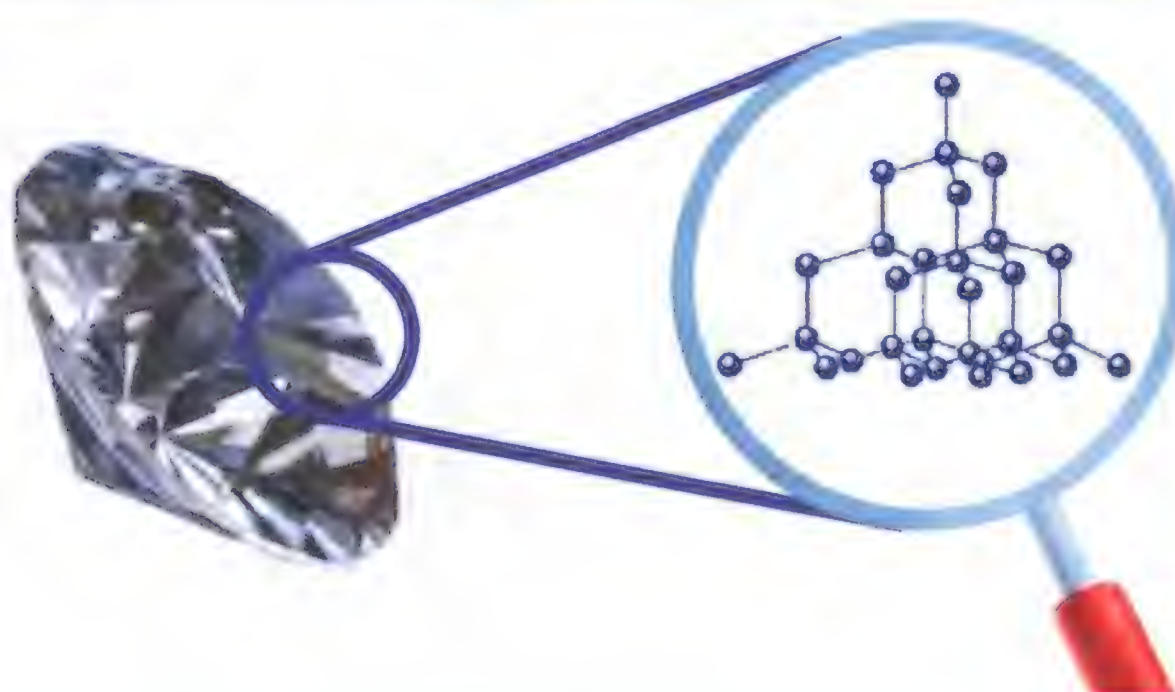


Кристаллический кремний

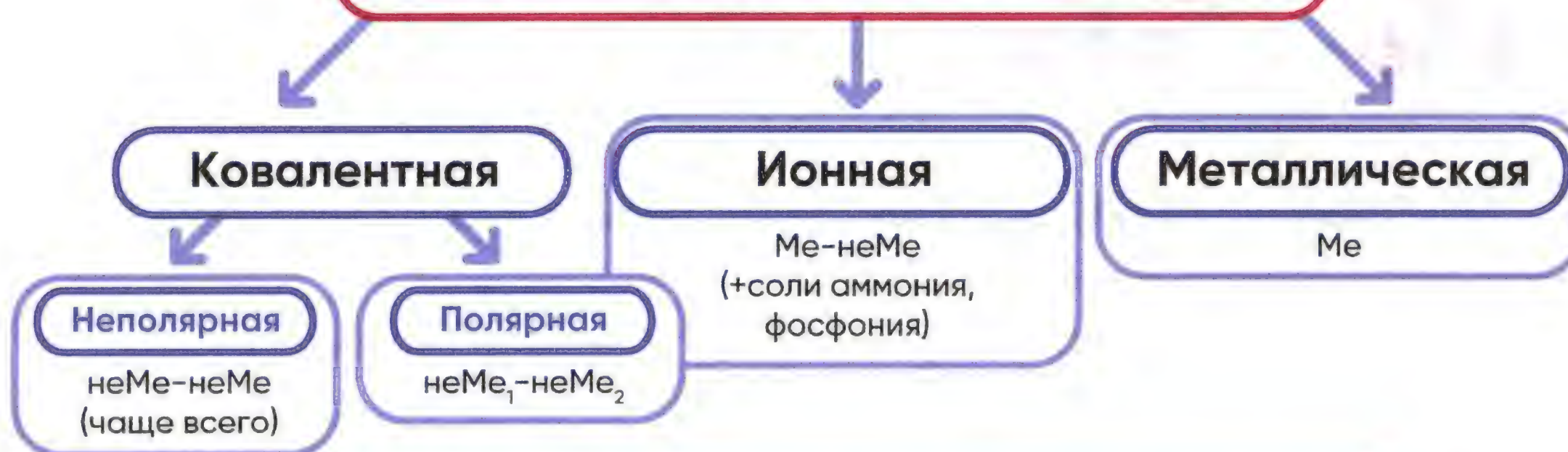
Вещество темно-серого цвета с металлическим блеском

Твёрдые вещества

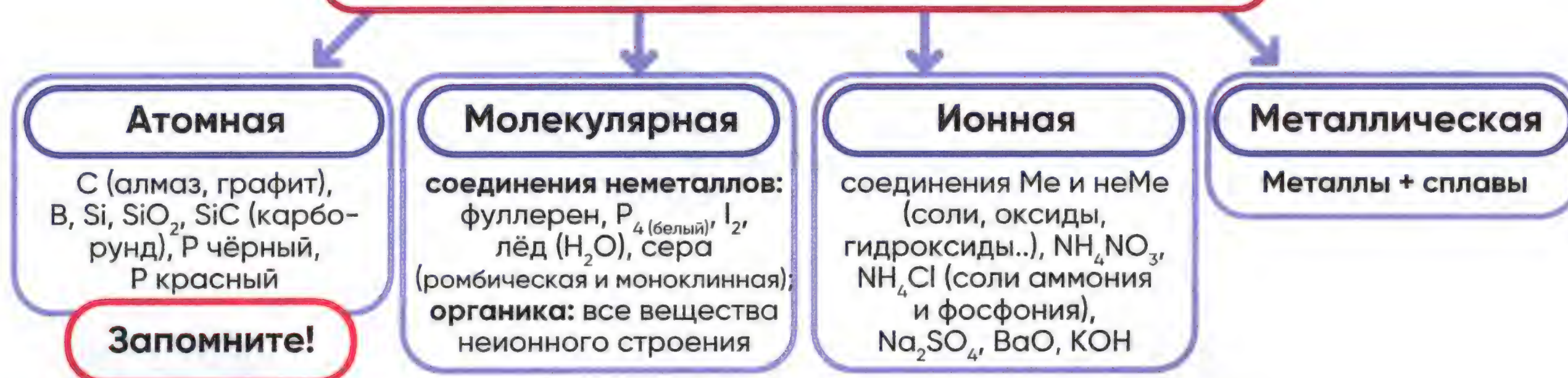
Твердые вещества обычно обладают упорядоченной структурой, так называемой **кристаллической решёткой**.



Типы химических связей



Типы кристаллических решеток



Запомните!

Атомная кристаллическая решетка

Свойства:

- высокая твёрдость и прочность
- высокие температуры плавления
- нерастворимость



Алмазные резцы



Алмаз (C)

Высокая прочность
и твёрдость

Высокие t°
плавления

Нерастворимость

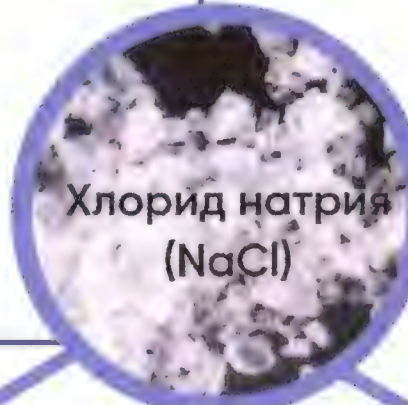
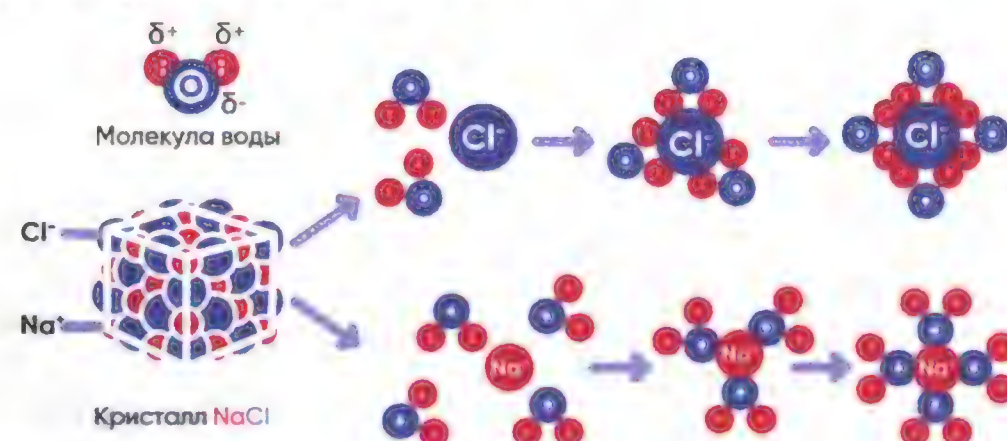


Тпл. = 3700–4000 °C

Ионная кристаллическая решетка

Свойства:

- хрупкость
- прочность и твёрдость меньше чем у атомной
- высокие температуры плавления
- слабая летучесть
- расплавы и растворы проводят электрический ток
- хорошо растворимы в полярных растворителях (в том числе в воде)



Хлорид натрия
(NaCl)

Расплавы и растворы
проводят эл. ток

часто хорошо растворимы
в полярных растворителях
(вода – см. таблицу растворимости)

Хрупкость

Высокие t°
плавления
Низкая летучесть



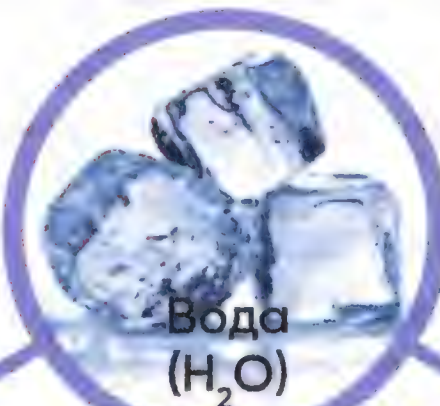
Прочность и
твёрдость
меньше, чем
у атомной

Тпл. = 800,8 °C

Молекулярная кристаллическая решетка

Свойства:

- небольшая твёрдость и прочность
- хрупкость
- летучесть
- низкая температура плавления
- в основном жидкости, газы



Вода
(H₂O)

Хрупкость

Низкая t°
плавления

Летучесть



Сухой лёд
(CO₂ твёрдый)

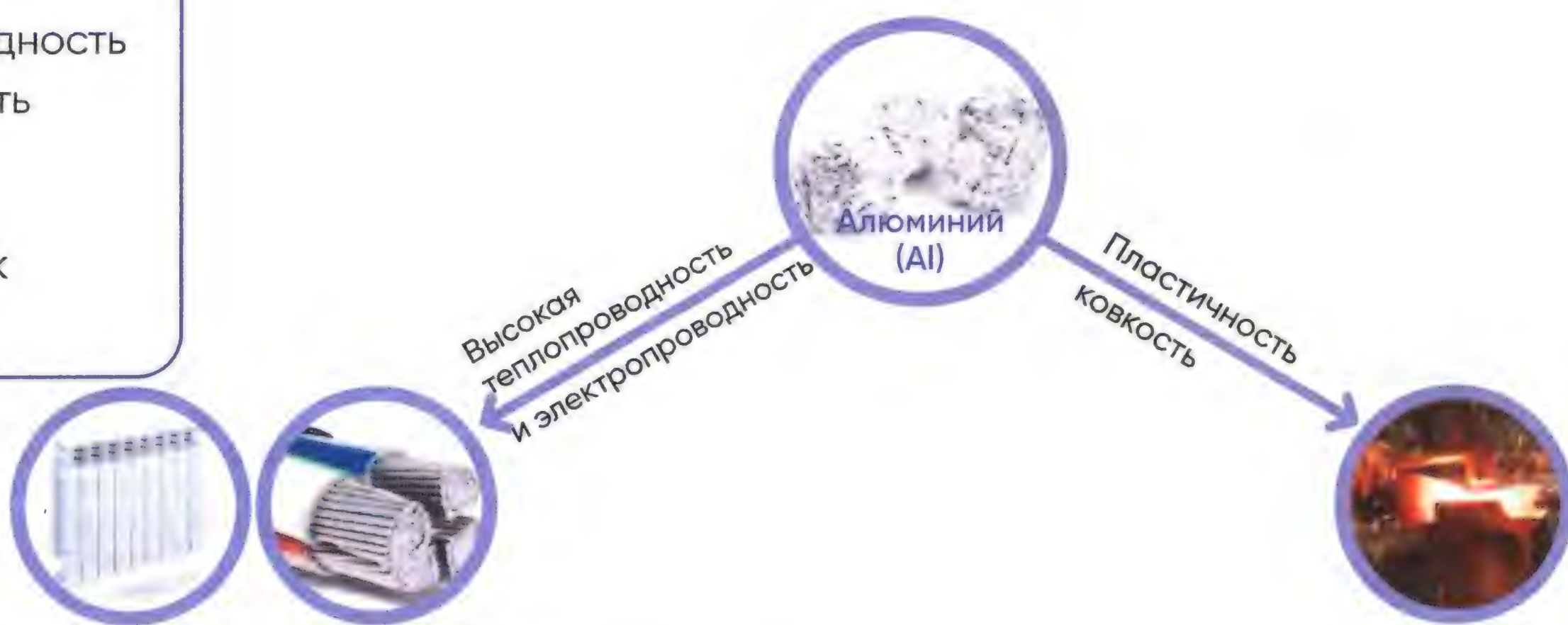


Тпл. = 0°C

Металлическая кристаллическая решетка

Свойства:

- высокая теплопроводность и электропроводность
- пластичность
- ковкость
- металлический блеск
- непрозрачность



Ассоциации

Металлическая решетка:

пластичность, электро- и теплопроводность в твёрдом состоянии

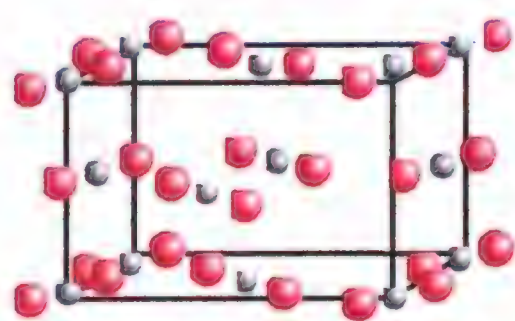


ассоциация –
«ионная решётка»

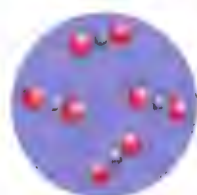


ассоциация –
«металлическая решётка»

Молекулярные CO_2



Углекислый газ

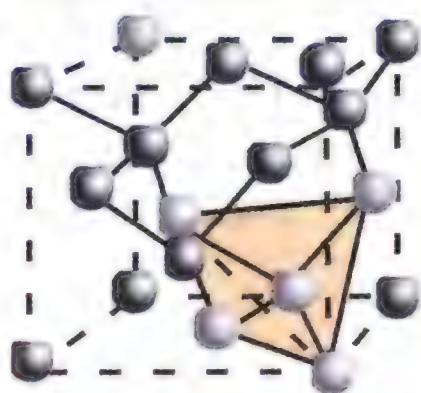


$t_{\text{кип}} -78^\circ\text{C}$

Твёрдая двуокись углерода



Атомные C

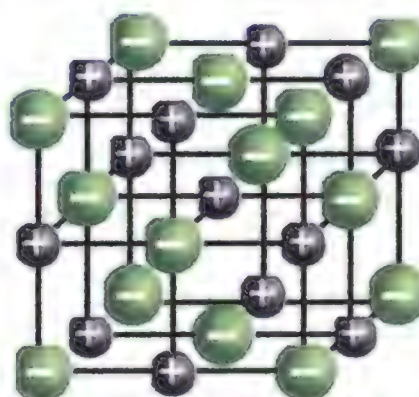


$t_{\text{пл}} 3500^\circ\text{C}$
 $t_{\text{кип}} 4200^\circ\text{C}$

Алмаз

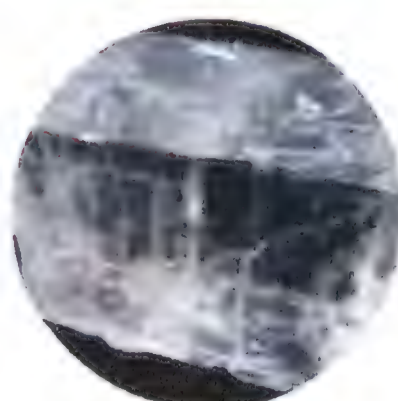


Ионные NaCl

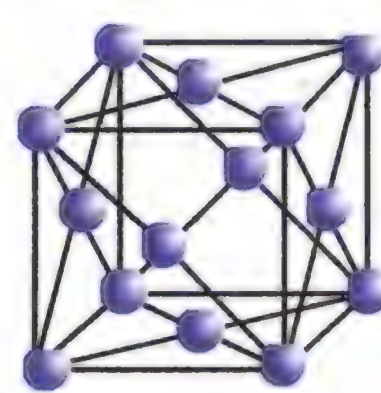


$t_{\text{пл}} 801^\circ\text{C}$
 $t_{\text{кип}} 1465^\circ\text{C}$

Галит



Металлические Cu



$t_{\text{пл}} 1083^\circ\text{C}$
 $t_{\text{кип}} 2567^\circ\text{C}$

Медь



Тип кристаллической решётки	Молекулярная	Атомная	Ионная	Металлическая
Тип связи	ковалентная полярная/неполярная	ковалентная полярная/неполярная	ионная	металлическая
В узлах кристаллической решётки	молекулы	атомы	ионы	атомы или ионы металла
Свойства	• небольшая твёрдость и прочность • хрупкость • низкая температура плавления • летучесть • в основном жидкости, газы	• высокая твёрдость и прочность • высокие температуры плавления • нерастворимость	• прочность и твёрдость ниже, чем у атомной • высокие температуры плавления • слабая летучесть • расплавы и растворы проводят электрический ток • хорошо растворимы в полярных растворителях • хрупкость	• высокая теплопроводность и электропроводность • пластичность • ковкость • металлический блеск • непрозрачность
Типичные представители	• неорганика: соединения неметаллов (искл. Si, C); C₆₀ (фуллерен), P₄ белый (P₄), I₂, лед (H₂O), сера (S₈ – ромбическая и моноклинная) • органика: все вещества неионного строения, CH₃COOH, CH₄, CH₃-NH₂, HCHO	C (алмаз, графит), B, Si, SiO ₂ , SiC (карборунд), P чёрный, P красный, BN, B ₄ C	NH ₄ NO ₃ , NH ₄ Cl (все соли аммония), Na ₂ SO ₄ , BaO, KOH, CH ₃ COONa, PH ₄ Br	металлы и сплавы металлов

Металлы и неметаллы

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева															
		Группы													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
Периоды	1	1 H 1,008 Водород						(H)						2 He 4,00 Гелий	
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 10,81 B Бор	6 12,01 C Углерод	7 14,00 N Азот	8 16,00 O Кислород	9 19,00 F Фтор						10 Ne 20,18 Неон	
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 26,98 Al Алюминий	14 28,09 Si Кремний	15 30,97 P Фосфор	16 32,06 S Сера	17 35,45 Cl Хлор						18 Ar 39,95 Аргон	
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель				
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром						36 Kr 83,80 Криптон	
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий				
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма	52 127,60 Te Теллур	53 126,90 I Иод						54 Xe 131,29 Ксенон	
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 138,91 La Лантан	72 178,49 Hf Гафний	73 180,95 Ta Тантал	74 183,85 W Вольфрам	75 186,21 Re Рений	76 190,2 Os Осмий	77 192,22 Ir Иридий	78 195,08 Pt Платина				
		79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут	84 [209] Po Полоний	85 [210] At Астат						86 Rn [222] Радон	
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	104 [261] Rf Резерфордий	105 [262] Db Дубний	106 [266] Sg Сиборгий	107 [264] Bh Борий	108 [269] Hs Хассий	109 [268] Mt Мейтнерий	110 [271] Ds Дармштадтий				
		111 [280] Rg Рентгений	112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский	116 [293] Lv Ливерморий	117 [294] Ts Теннесси						118 Og [294] Оганесон	

*Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Празеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

**Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Задание 1 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества немолекулярного строения. Запишите номера выбранных ответов.

- (карборунд)
① SiC ат.
~~2. N_2O мол.~~
~~3. Br_2 мол.~~
④ Al_2O_3 ион.
~~5. CH_3OH мол.~~

Ответ:

1	4
---	---

Задание 2 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые имеют наибольшую температуру плавления. Запишите в ответ номера выбранных соединений.

1. ~~CO_2 мол.~~
② KI ион.
~~3. HF мол.~~
④ SiO_2 ат.
~~5. CH_4 мол.~~
- соль
Нася
- влага
 H_2O
- алмаз
с
- мл.

Ответ:

2	4
---	---

Задание 3 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, для которых характерен тот же тип кристаллической решётки, что и для белого фосфора. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

- ① C_{60} мол.
~~2. B ат.~~
③ HF мол.
~~4. PH_4Cl ион.~~
~~5. SiO_2 ат.~~
- P_4
мол.

Ответ:

1	3
---	---

Задание 4 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения с ковалентной полярной связью. Запишите номера выбранных ответов.

- ~~1. KNO_3~~
~~2. N_2~~
③ CO
~~4. MgO~~
⑤ PH_3

Ответ:

3	5
---	---

Задание 5 (4 КИМ)

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, по отношению к которым в твердом состоянии не применим термин «молекула».

Запишите в ответ номера выбранных веществ.

1. SiO_2

2. CO_2

3. NaCl

4. P_4

5. C_{60}

Ответ:

1	3
---	---

Задание 6 (4 КИМ)

Некоторое вещество обладает хрупкостью в твёрдом состоянии, хорошо растворимо в воде, а также его водный раствор хорошо проводит электрический ток. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые подошли бы под это описание. Запишите в ответ номера выбранных соединений.

1. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

~~2. H_2O~~

3. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

4. BaI_2

5. CO_2

Ответ:

1	4
---	---

Задание 7 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два свойства, которые, как правило, характерны для веществ с ионной кристаллической решеткой.

Запишите в ответ номера выбранных утверждений.

1. расплавы и растворы проводят электрический ток

2. имеют высокую температуру плавления

3. летучие

Можно 4. пластичные

5. в узлах кристаллической решётки находятся молекулы

Ответ:

1	2
---	---

Задание 8 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите две аллотропные модификации, которые имеют немолекулярное строение. Запишите в ответ номера выбранных соединений.

1. моноклинная сера

2. ромбическая сера

3. графит

4. черный фосфор

~~5. белый фосфор~~

Ответ:

3	4
---	---

Задание 9 (4 КИМ)

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, для которых характерны следующие свойства: тугоплавкие, хорошо растворимы в воде, хорошо проводят электрический ток в расплавах. Запишите номера выбранных ответов.

~~1.~~ BaSO_4

2. NaCl

~~3.~~ C (алмаз)

~~4.~~ H_2O

5. KOH

Ответ:

2	5
---	---

Задание 10 (4 КИМ)

Известно, что вещество А является летучим и имеет низкую температуру плавления. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые подходят под данные характеристики. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

1. NaCl и

2. SiO_2 ос.

3. CO_2

4. NH_4Br и

5. H_2

Ответ:

3	5
---	---

Задание 11 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, для которых не характерен тот же тип кристаллической решетки, что и для диоксида кремния. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

SiO_2
ос.

1. йод и.

~~2.~~ красный фосфор и.

~~3.~~ графит и.

4. хлорид натрия и. NaCl

~~5.~~ карборунд и.

Ответ:

1	4
---	---

Задание 12 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, обладающие следующими свойствами в твердом состоянии: низкая температура плавления, небольшая твердость и прочность. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

~~1.~~ железо

мх 2. углекислый газ

мх 3. вода

~~4.~~ алмаз

5. нитрат аммония

Ответ:

2	3
---	---

Задание 13 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, расплавы и растворы которых проводят электрический ток. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

ион. крист. реш.

1. NaOH

2. Br₂

3. CH₄

4. CaCl₂

5. NO₂

Ответ:

1 4

Задание 14 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества с атомной кристаллической решеткой, атомы в которых связаны ковалентной полярной связью. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

1. оксид кремния (IV) *SiO₂ ат.*

2. бор ~~ат.~~

3. олево *мет.*

4. сульфат натрия *ион.*

5. нитрид бора

Ответ:

1 5

Задание 15 (4 КИМ)

Некоторое вещество А обладает высокой теплопроводностью, проводит электрический ток, нерастворимо в воде. Из предложенного перечня выберите два вещества подходящие под это описание. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

1. CO₂

2. Cu *мет.*

3. NaOH

4. Br₂ *мет.*

5. Cr

Ответ:

2 5

Задание 16 (4 КИМ)

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые содержат связи, образованные по донорно-акцепторному механизму и кристаллы которых имеют небольшую прочность и твердость, а также летучесть. Запишите номера выбранных ответов.

молек.

1. NH₄Cl

2. CO

3. HNO₃

4. Al(OH)₃

5. NaNO₃

Ответ:

2 3

Классификация неорганических веществ

Неорганические вещества

Простые в-ва

- состоят из атомов одного вида
- могут существовать и в виде атомов, и в виде молекул

Сложные в-ва

- состоят из разных атомов
- KMnO_4 , SO_2 , NaOH , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, H_2SiO_3

Металлы

Fe, K, Ca, Zn, Mn

Неметаллы

H_2 , C, O_2 , F, Cl_2

Металлы и неметаллы

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

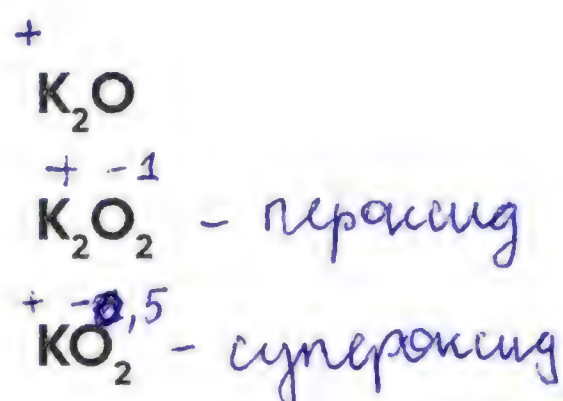
		Группы									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
Периоды	1	1 H 1,008 Водород						(H)			2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 10,81 B Бор	6 12,01 C Углерод	7 14,00 N Азот	8 16,00 O Кислород	9 19,00 F Фтор			10 Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 26,98 Al Алюминий	14 28,09 Si Кремний	15 30,97 P Фосфор	16 32,06 S Сера	17 35,45 Cl Хлор			18 Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 50,94 V Ванадий	24 52,00 Cr Хром	25 54,94 Mn Марганец	26 55,85 Fe Железо	27 58,93 Co Кобальт	28 58,69 Ni Никель
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром			36 Kr 83,80 Криптон
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 92,91 Nb Ниобий	42 95,94 Mo Молибден	43 98,91 Tc Технеций	44 101,07 Ru Рутений	45 102,91 Rh Родий	46 106,42 Pd Палладий
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма	52 127,60 Te Теллур	53 126,90 I Иод			54 Xe 131,29 Ксенон
6		55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 138,91 La Лантан	72 178,49 Hf Гафний	73 180,95 Ta Тантал	74 183,85 W Вольфрам	75 186,21 Re Рений	76 190,2 Os Осмий	77 192,22 Ir Иридий	78 195,08 Pt Платина
		79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут	84 [209] Po Полоний	85 [210] At Астат			86 Rn [222] Радон
7		87 [223] Fr Франций	88 [226] Ra Радий	89 [227] Ac Актиний	104 [261] Rf Резерфордий	105 [262] Db Дубний	106 [266] Sg Сиборгий	107 [264] Bh Борий	108 [269] Hs Хассий	109 [268] Mt Мейтнерий	110 [271] Ds Дармштадтий
		111 [280] Rg Рентгений	112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский	116 [293] Lv Ливерморий	117 [294] Ts Теннесси			118 Og [294] Оганесон

LiOH
 NaOH
 KOH
 RbOH
 CsOH
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 $\text{Sr}(\text{OH})_2$
 $\text{Ba}(\text{OH})_2$



Оксиды — это соединения элемента с кислородом в степени окисления -2.

Обратите внимание!



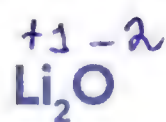
К оксидам не относятся:

Пероксиды: Na_2O_2 , K_2O_2 , BaO_2 и др.

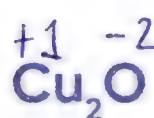
Супероксиды (надпероксиды): KO_2 , NaO_2 и др.

Фториды кислорода: OF_2 , O_2F_2

Учимся называть



оксид лития



оксид меди (I)

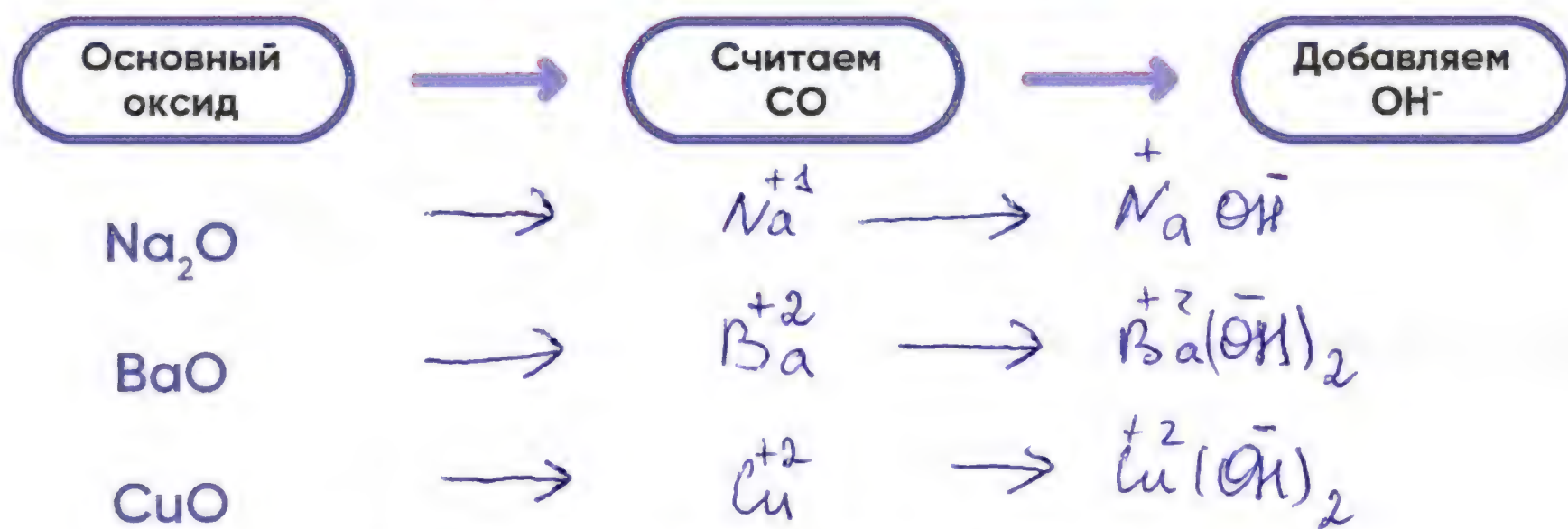


оксид фосфора (V)



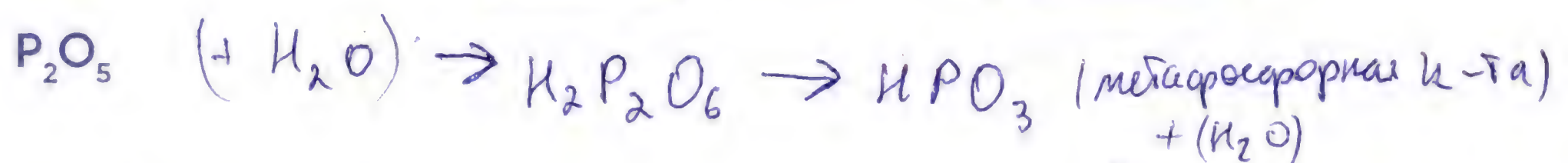
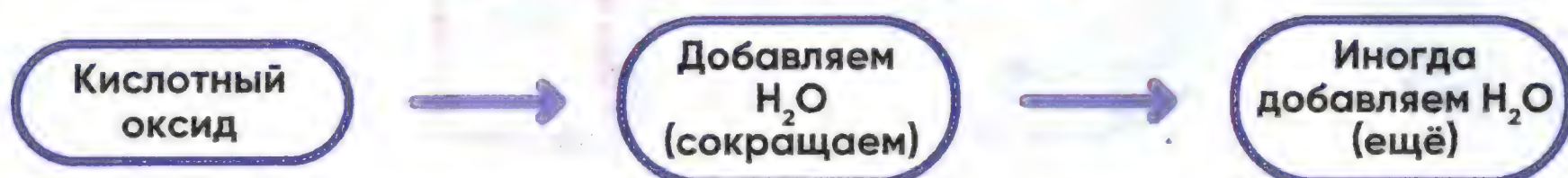
Основные оксиды

Оксид $\rightarrow$ Гидроксид



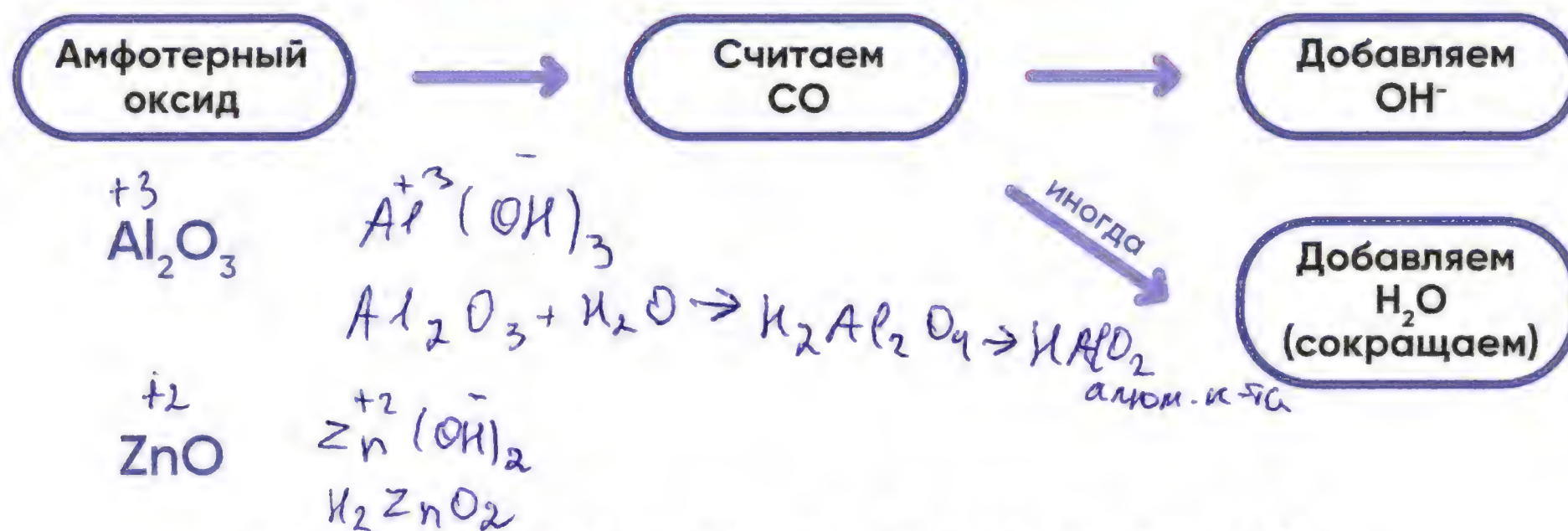
Кислотные оксиды

Оксид $\rightarrow$ Гидроксид

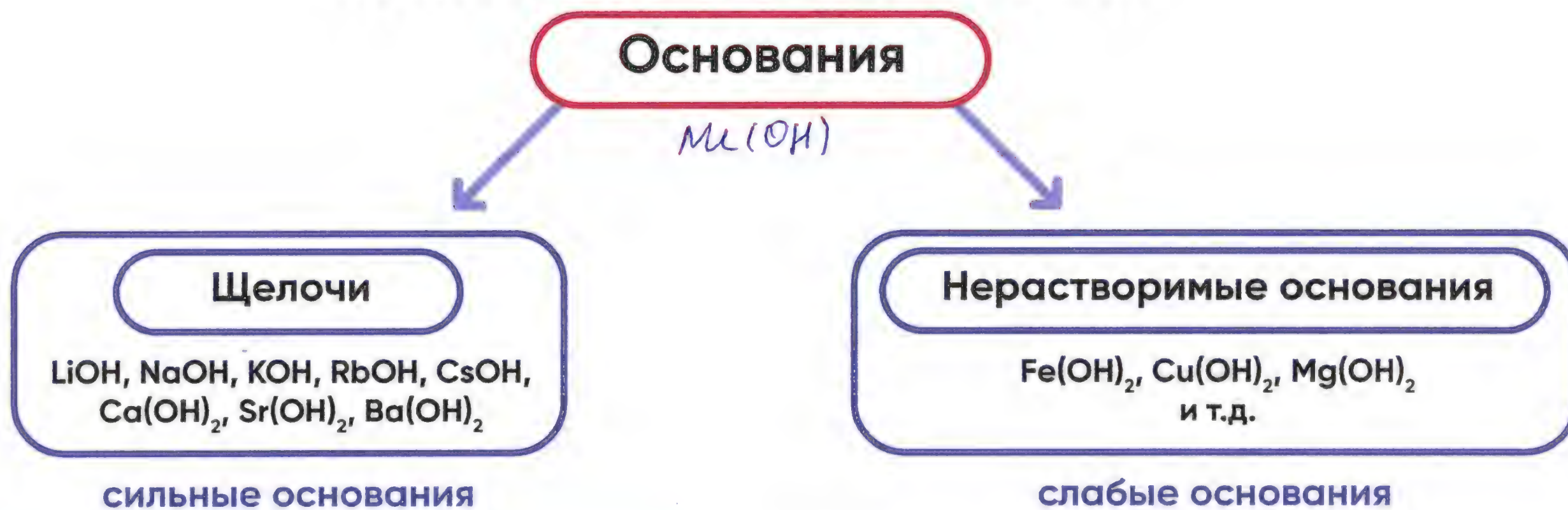


Амфотерные оксиды

Оксид → Гидроксид



Классификация оснований



$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — гидроксид аммония (гидрат аммиака)
слабое растворимое основание

Щелочи

LiOH
 NaOH
 KOH
 RbOH
 CsOH
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 $\text{Sr}(\text{OH})_2$
 $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Что такое тривиальные названия?

Тривиальное название — обиходное, разговорное название того или иного химического вещества.



CaCO_3

Мел, мрамор, известняк
Карбонат кальция



NaCl

Поваренная соль
Хлорид натрия



NaHCO_3

Пищевая (питьевая) сода
Гидрокарбонат натрия



H_2O_2

Перекись водорода
Пероксид водорода

Тривиальные названия оксидов

Формула	Тривиальное название
CO	угарный газ
CO ₂	углекислый газ
SO ₂	сернистый газ
SO ₃	серный ангидрид (окс. кисл.)
N ₂ O	веселящий газ, закись азота
NO ₂	бурый газ, лисий хвост
SiO ₂	кварц, кремнезём

Тривиальные названия гидроксидов

Формула	Тривиальное название
KOH	едкое кали
NaOH	едкий натр, каустическая сода
Ca(OH) ₂	гашёная известь
Прозрачный водный раствор Ca(OH) ₂	известковая вода
Взвесь тв. Ca(OH) ₂ в водном растворе	известковое молоко

Кислоты

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	—	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	P	H	M	H	M
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	H	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	—	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	—	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	—	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	—	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	—	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	—	P	P	P	P	P	—	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» — растворяется (> 1 г на 100 г H₂O);

«M» — мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O);

«H» — не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды);

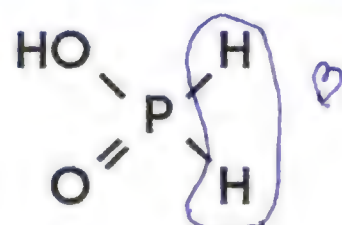
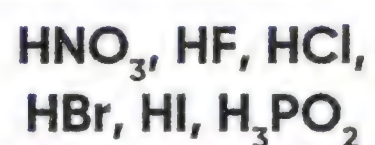
«—» — в водной среде разлагается

«?» — нет достоверных сведений о существовании соединений



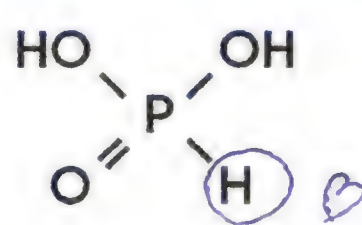
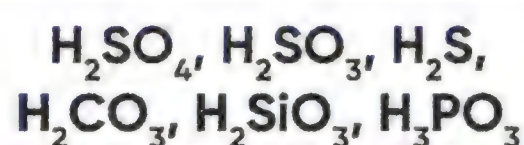
Кислоты

Одноосновные



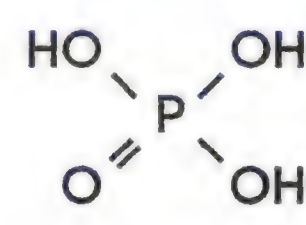
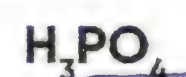
фосфорноватистая кислота

Двухосновные

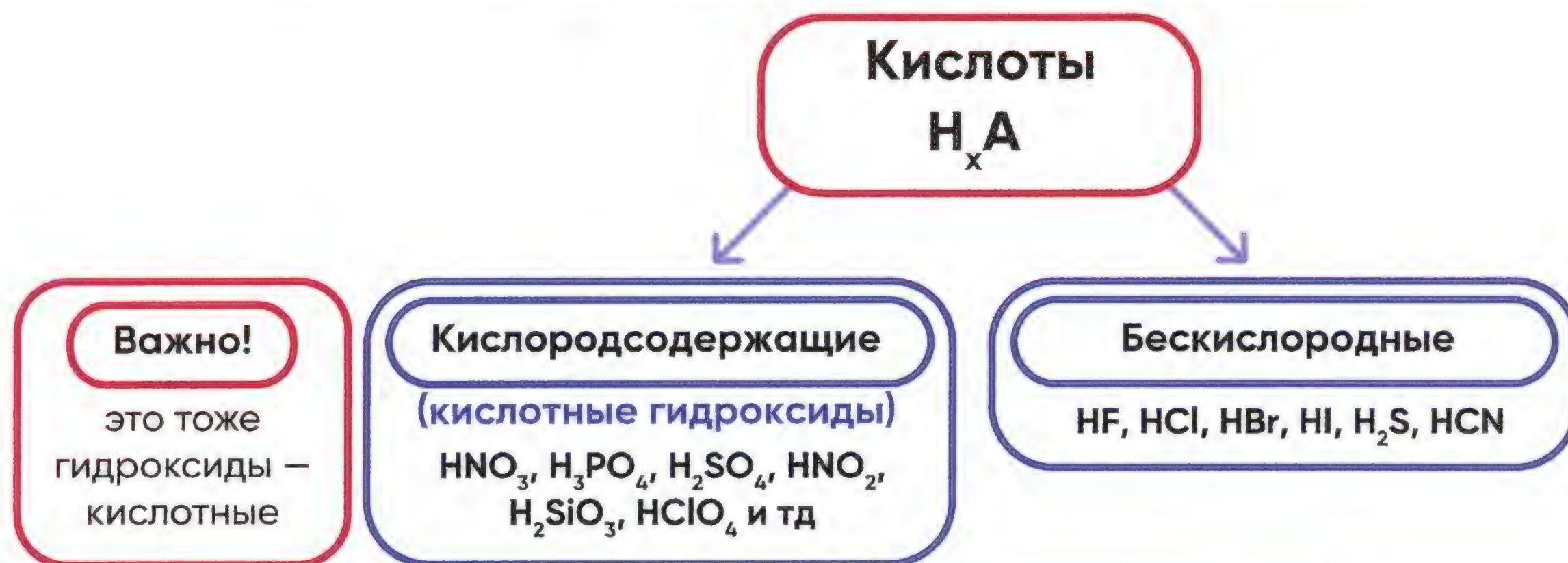


фосфористая кислота

Трёхосновные



ортофосфорная кислота



Будьте внимательны!

Это неполная классификация кислот.
Продолжение в основе 2021-2022.

Определите класс вещества



Особенности составления названий

Соединения, состоящие из двух элементов:

первый элемент + второй элемент + **"-ид"**

Cl — хлор — хлорид
Br — бром — бромид
F — фтор — фторид
I — иод — иодид
P — фосфор — фосфид
S — сера — сульфид

$NaCl$ — натрия хлорид (хлорид натрия)
 K_2S — калия сульфид (сульфид калия)
 Mg_3P_2 — магния фосфид (фосфид магния)

Многоатомные соединения:

в высшей СО — **"-ат"**
в промежуточной СО — **"-ит"**

Исключения: гидроксиды, пероксиды, цианиды

N^{+3} — нитрит P^{+3} — фосфит
 N^{+5} — нитрат P^{+5} — фосфат
 S^{+6} — сульфат
 S^{+4} — сульфит

$CuSO_4$ — меди (II) сульфат (сульфат меди (II))
 $NaNO_2$ — натрия нитрит (нитрит натрия)
 K_2HPO_3 — калия фосфит (фосфит калия)

Названия кислот и кислотных остатков хлора

Кислоты			Кислотные остатки	
$+1$ $HClO$	Хлорноватистая	Cl^{+1}	ClO^-	Гипохлорит
$+3$ $HClO_2$	Хлористая	Cl^{+3}	ClO_2^-	Хлорит
$+5$ $HClO_3$	Хлорноватая	Cl^{+5}	ClO_3^-	Хлорат
$+7$ $HClO_4$	Хлорная	Cl^{+7}	ClO_4^-	Перхлорат

Формула	Название кислоты	Формула кислотного остатка	Название кислотного остатка
HF	Фтороводородная, плавиковая	F ⁻	Фторид
HCl	Хлороводородная, соляная	Cl ⁻	Хлорид
HBr	Бромоводородная	Br ⁻	Бромид
HI	Йодоводородная	I ⁻	Иодид
H ₂ S	Сероводородная	S ²⁻	Сульфид
HCN	Цианистоводородная, синильная	CN ⁻	Цианид
HNO ₂	Азотистая	NO ₂ ⁻	Нитрит
HNO ₃	Азотная	NO ₃ ⁻	Нитрат
H ₃ PO ₄	Ортофосфорная	PO ₄ ³⁻	Фосфат
HPO ₃	Метафосфорная	PO ₃ ⁻	Метафосфат
H ₃ PO ₂	Фосфорноватистая	H ₂ PO ₂ ⁻	Гипофосфит
H ₃ PO ₃	Фосфористая	HPO ₃ ²⁻	Фосфит
H ₃ AsO ₄	Мышьяковая	AsO ₄ ³⁻	Арсенат
H ₂ SO ₃	Сернистая	SO ₃ ²⁻	Сульфит
H ₂ SO ₄	Серная	SO ₄ ²⁻	Сульфат
H ₂ CO ₃	Угльная	CO ₃ ²⁻	Карбонат
H ₂ SiO ₃	Кремниевая	SiO ₃ ²⁻	Силикат
H ₂ CrO ₄	Хромовая	CrO ₄ ²⁻	Хромат
H ₂ Cr ₂ O ₇	Дихромовая	Cr ₂ O ₇ ²⁻	Дихромат
HMnO ₄	Марганцовая	MnO ₄ ⁻	Перманганат
HClO	Хлорноватистая	ClO ⁻	Гипохлорит
HClO ₂	Хлористая	ClO ₂ ⁻	Хлорит
HClO ₃	Хлорноватая	ClO ₃ ⁻	Хлорат
HClO ₄	Хлорная	ClO ₄ ⁻	Перхлорат
HCOOH	Метановая, муравьиная	HCOO ⁻	Формиат
CH ₃ COOH	Этановая, уксусная	CH ₃ COO ⁻	Ацетат
H ₂ C ₂ O ₄	Этандиовая, щавелевая	C ₂ O ₄ ²⁻	Оксалат

NaAlO₂ – алюминат натрия

Na₂ZnO₂ – цинкат натрия

NaCrO₂ – хромит натрия

HS⁻ – гидросульфид

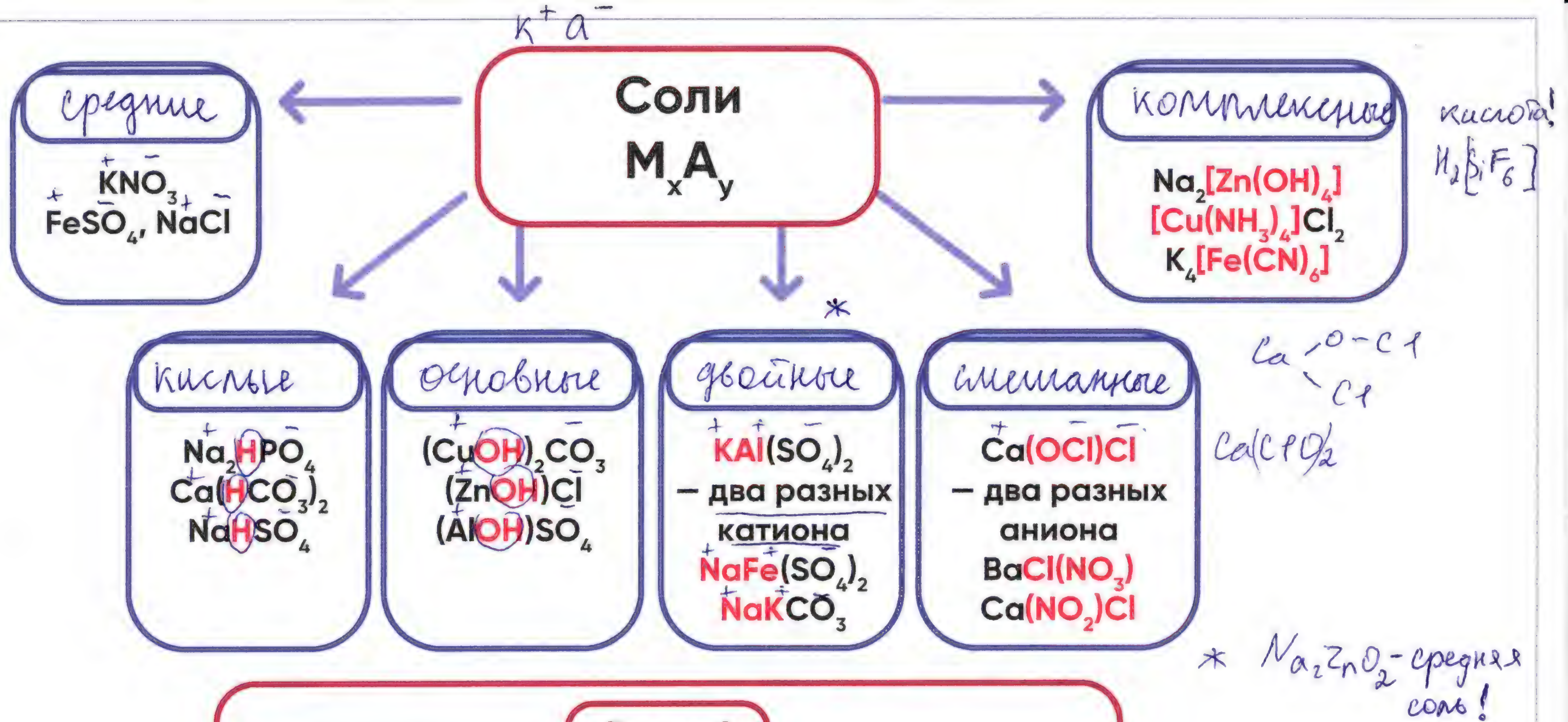
Числовые приставки

Количество атомов	Приставка
1	моно-
2	ди-
3	три-
4	тетра-
5	пента-
6	гекса-
7	гепта-
8	окта-
9	нона-
10	дека-

CCl₄ – тетрахлорид углерода

PCl₃ – трихлорид фосфора

CO₂ – диоксид углерода



Важно!

не все бинарные соединения металлов с неметаллами являются солями: Na_3P, Al_4C_3, Mg_3B_2

✓ — Анионы кислых солей

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	—	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	M	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	H	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	P	—	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	—	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	—	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	—	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	—	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	—	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	H	P	—	P	P	—	P	P	P	P	P	—	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P

«P» — растворяется (> 1 г на 100 г H₂O);

«H» — не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды);

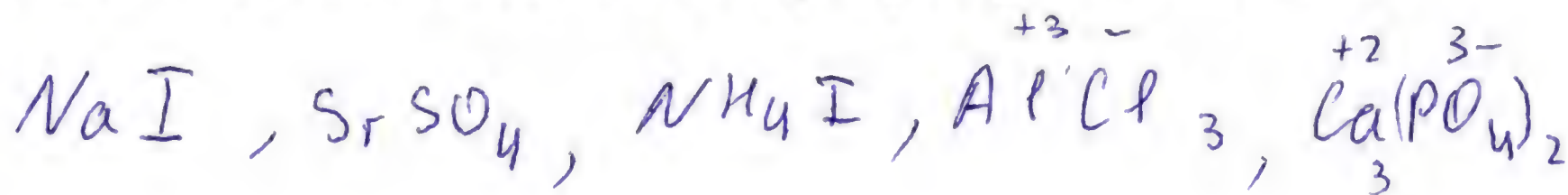
«?» — нет достоверных сведений о существовании соединений

«M» — мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O);

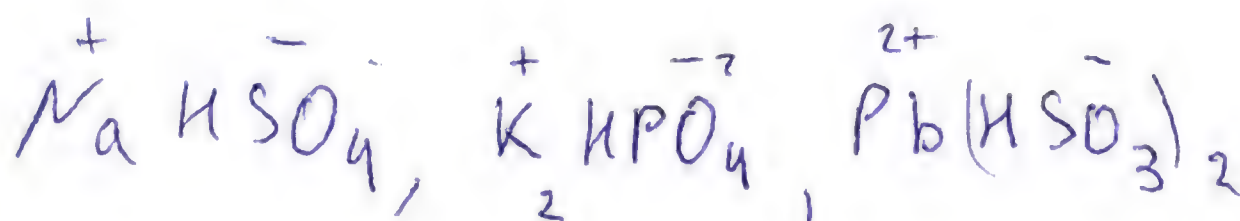
«—» — в водной среде разлагается

Учимся составлять формулы солей

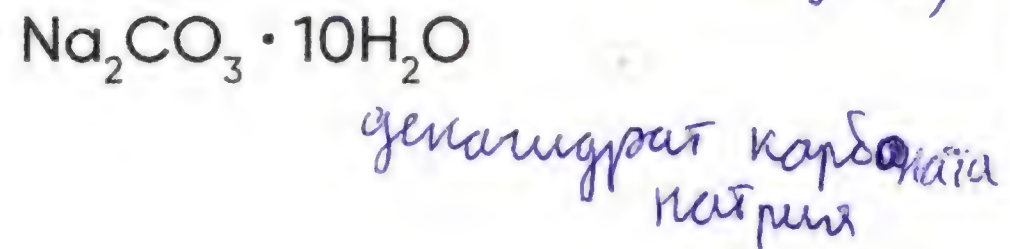
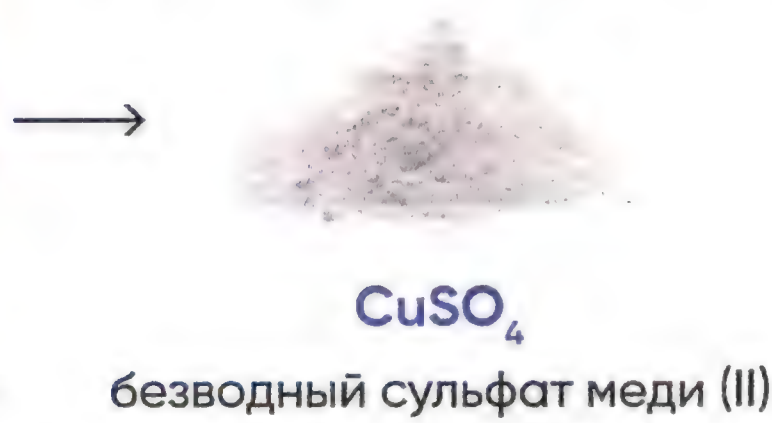
средние соли



кислые соли



Кристаллогидраты



Учимся называть!

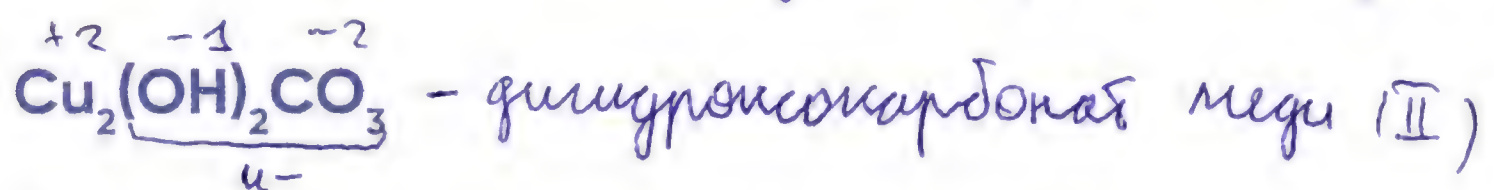
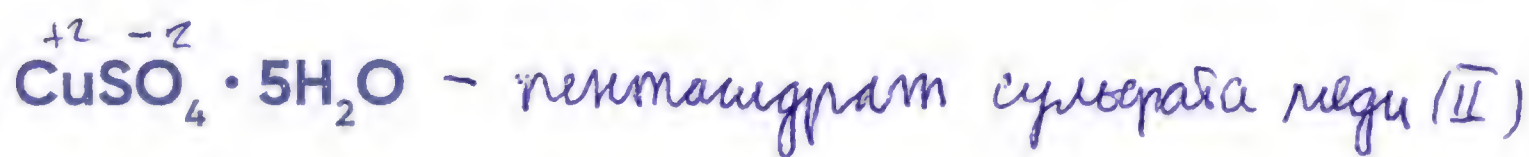
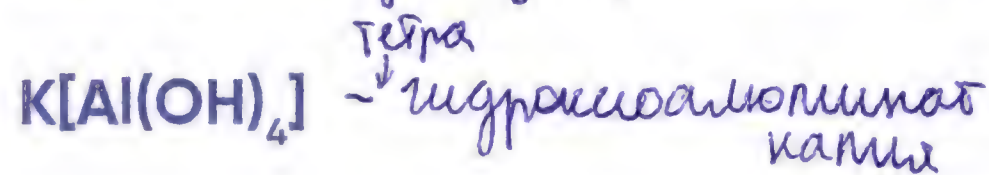
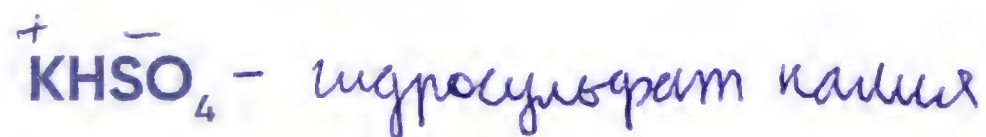
Н – гидрогениум – корень ГИДР-

С – карбонеум – корень КАРБ-

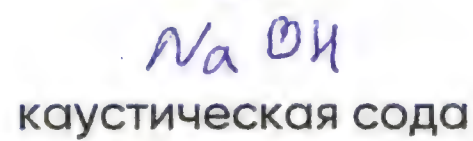
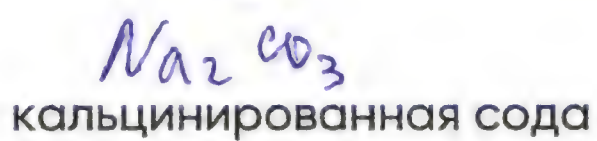
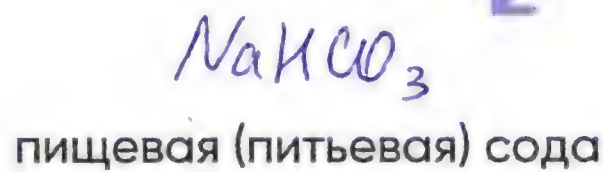
N – нитрогениум – корень НИТР–

S – сульфур – корень СУЛЬФ-

ОН – ГИДРОКСО-



Соды



применение:
пищевая промышленность;
чистящее средство

применение:
; производство стекла;
чистящее средство;
пищевая промышленность

применение:
чистящее средство

применение:
производство стекла;
чистящее средство

Гидроксид кальция



Твёрдый гидроксид кальция

Известковая вода

Известковое молоко



Гидрат аммиака



Гидроксид аммония — слабое **растворимое** основание



В ЕГЭ 2022 задания по классификации не будет

Но классификацию знать нужно, потому что:

- это очень помогает понимать химические свойства и писать реакции
- классы веществ могут встретиться в любом задании

Задание 1 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

- А. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Б. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
В. HF

Класс/группа

1. нерастворимое основание
2. щелочь
3. слабое основание
4. слабая кислота

Ответ:

А	Б	В
2	3	4

Задание 2 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

- А. $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Б. KNaSO_4
В. Na_2HPO_4

Класс/группа

1. кислая соль
2. комплексная соль
3. кристаллогидрат
4. двойная соль

Ответ:

А	Б	В
3	4	1

Задание 3 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

- А. N_2O
Б. NO
В. BeO

Класс/группа

1. основные оксиды
2. несолеобразующие оксиды
3. кислотные оксиды
4. амфотерные оксиды

Ответ:

А	Б	В
2	2	4

Задание 4 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

Установите соответствие между классом/группой, которому(-ой) принадлежит вещество, и тривиальным названием этого вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Класс/группа веществ

А. кислые соли

Б. основные растворимые гидроксиды

В. кристаллогидраты

Тривиальное название вещества

1. пищевая сода NaHCO_3

2. кристаллическая сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

3. каустическая сода NaOH

4. кальцинированная сода Na_2CO_3

Ответ:

А	Б	В
1	3	2

Задание 5 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

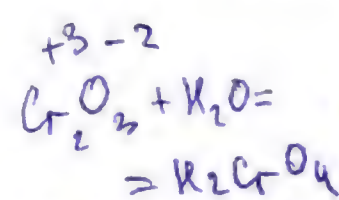
Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Название вещества

А. гидроксид серы (VI) H_2SO_4

Б. гидроксид хрома (VI) H_2CrO_4

В. гидроксид хрома (III) $\text{Cr}(\text{OH})_3$



Класс/группа

1. амфотерный гидроксид

2. кислотный гидроксид

3. основной нерастворимый гидроксид

4. основной растворимый гидроксид

Ответ:

А	Б	В
2	2	3

Задание 6 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

А. K_2O_2

Б. NaO_2

В. BaO_2

Класс/группа

1. основные оксиды

2. амфотерные оксиды

3. надпероксиды

4. пероксиды

Ответ:

А	Б	В
4	3	4

Задание 7 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

Установите соответствие между названием вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Название вещества

А. серная кислота H_2SO_4

Б. хлорноватистая кислота HClO

В. хлористая кислота HClO_2

Класс/группа

1. одноосновные кислоты

2. бескислородные кислоты

3. трехосновные кислоты

4. двухосновные кислоты

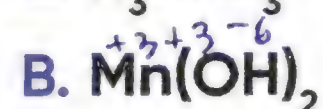
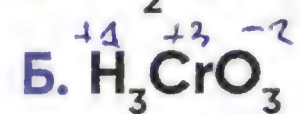
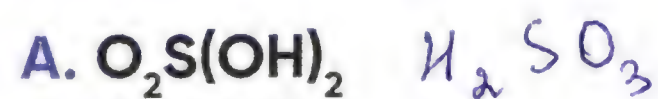
Ответ:

А	Б	В
4	1	1

Задание 8 (5 КИМ ЕГЭ 2021*)

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества



Класс/группа

1. Амфотерный гидроксид
2. Кислотный гидроксид
3. Нерастворимое основание
4. Щелочь

Ответ:

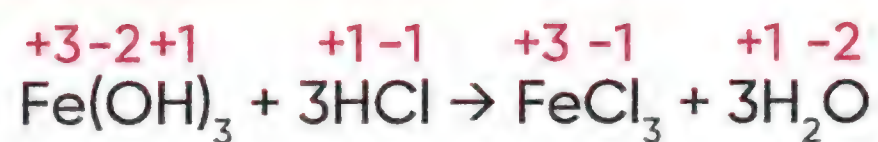
А	Б	В
2	1	3

Общий подход к написанию базовых реакций

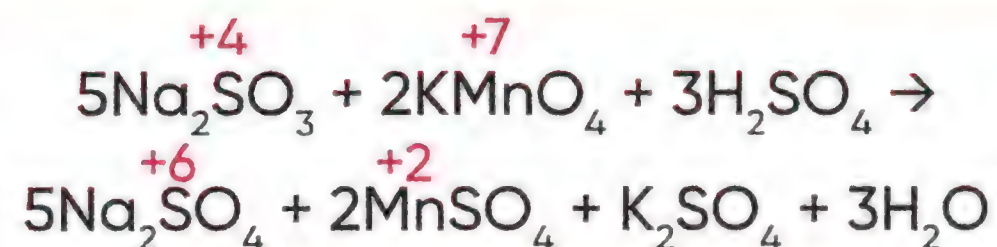
Химические реакции

Реакции в химии

Без изменения степени окисления

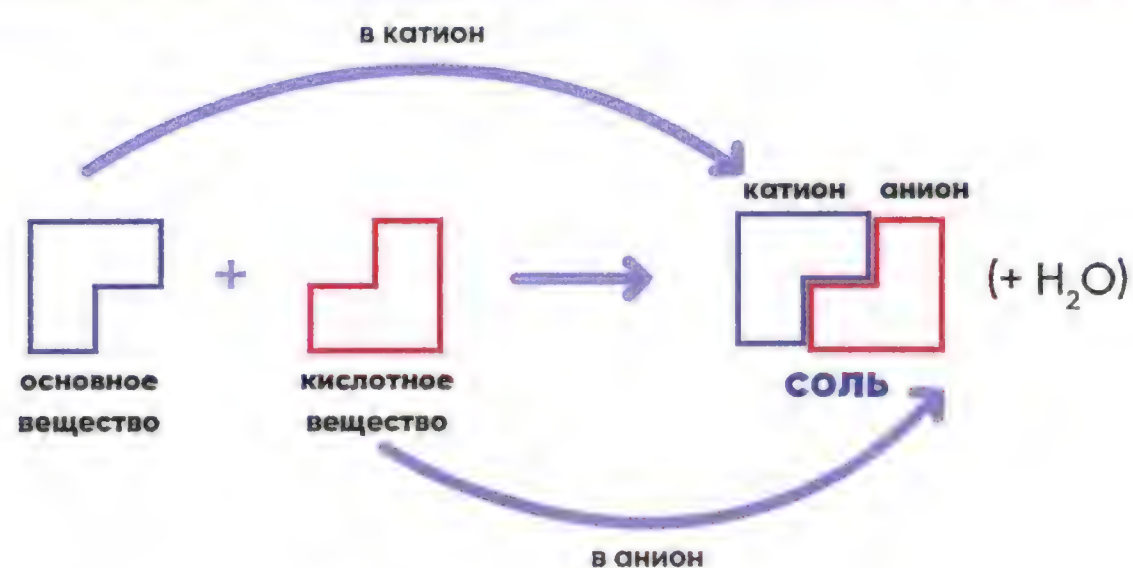


Окислительно-восстановительные реакции

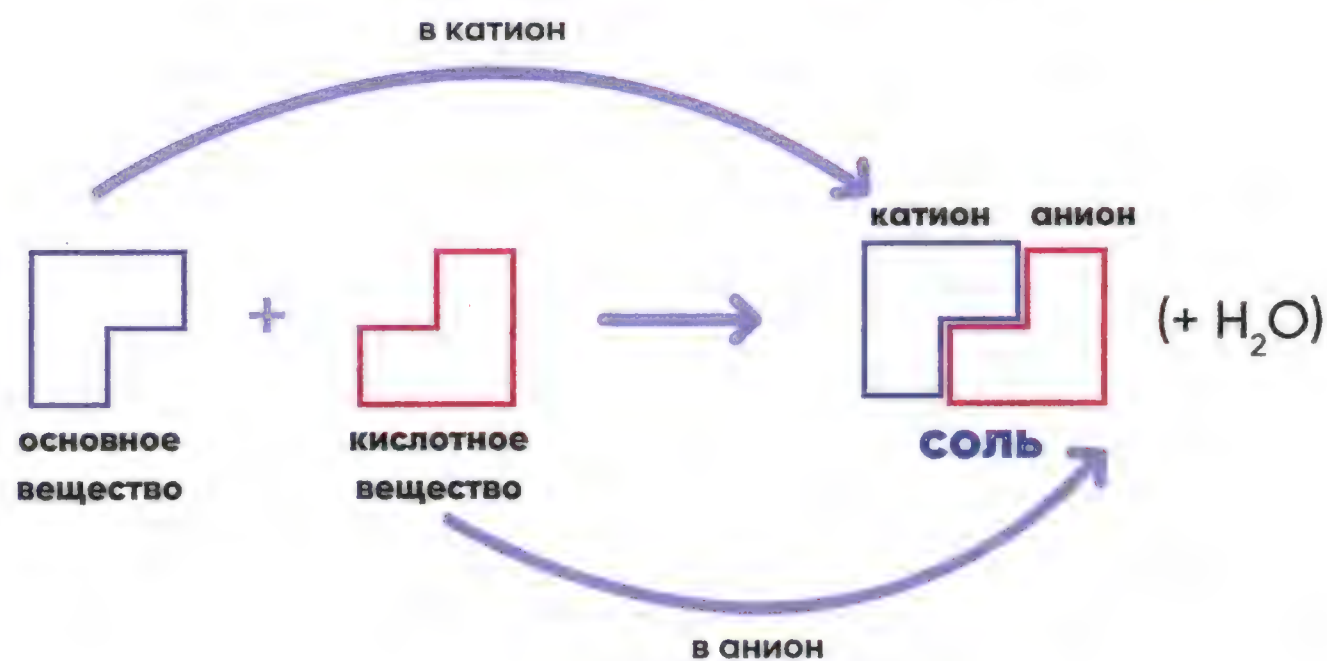


KMnO_4 — окислитель
 Na_2SO_3 — восстановитель

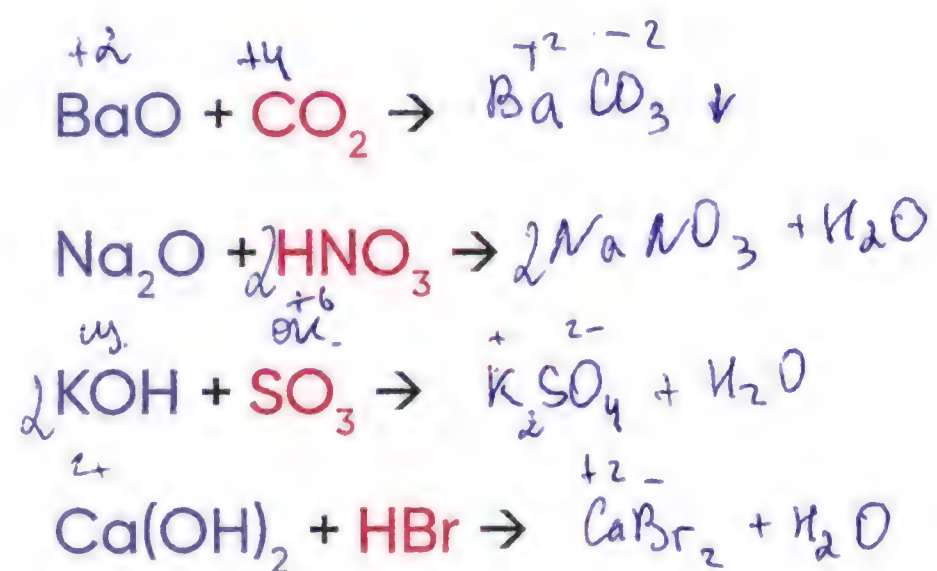
Вещество с **основными свойствами** взаимодействует с веществом, которое проявляет **кислотные свойства**



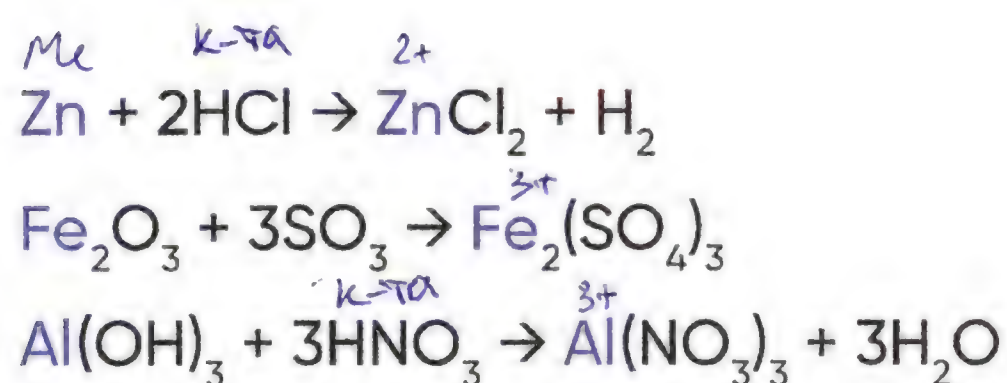
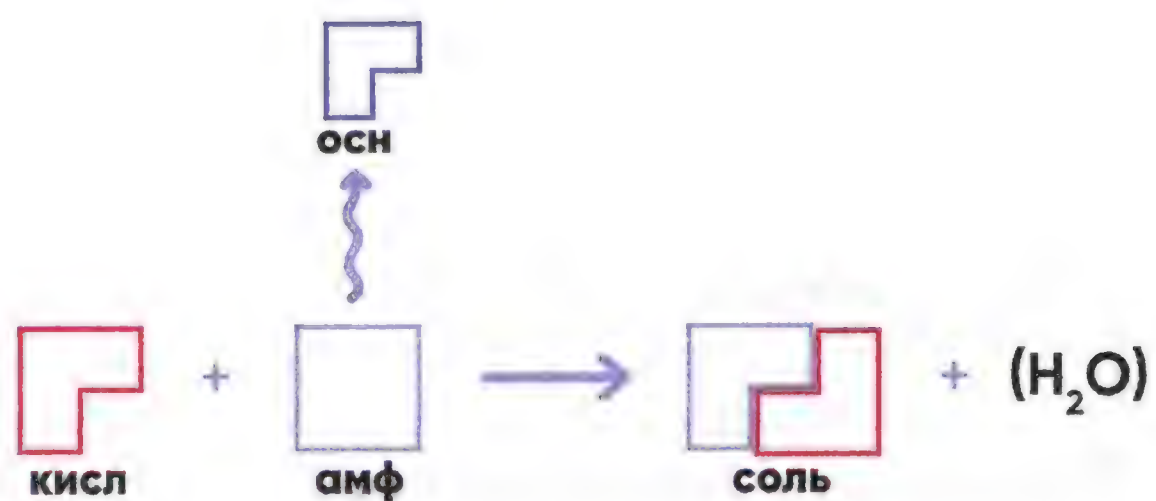
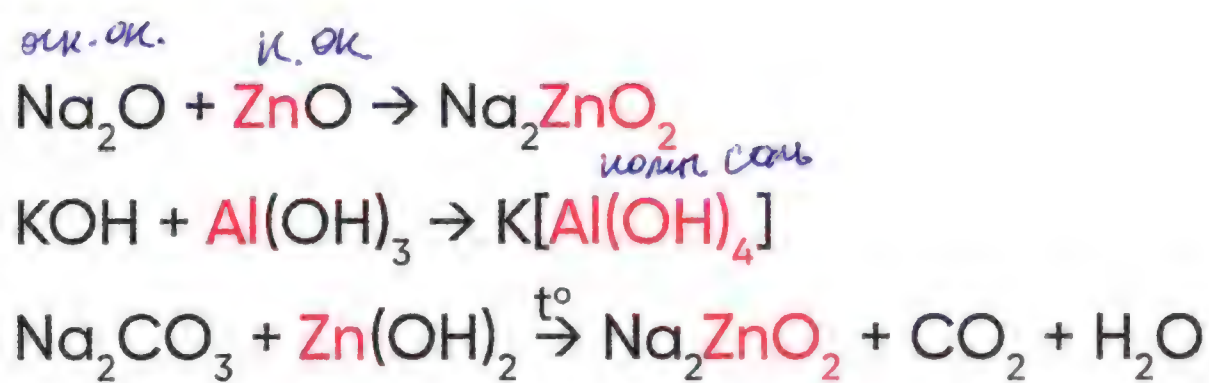
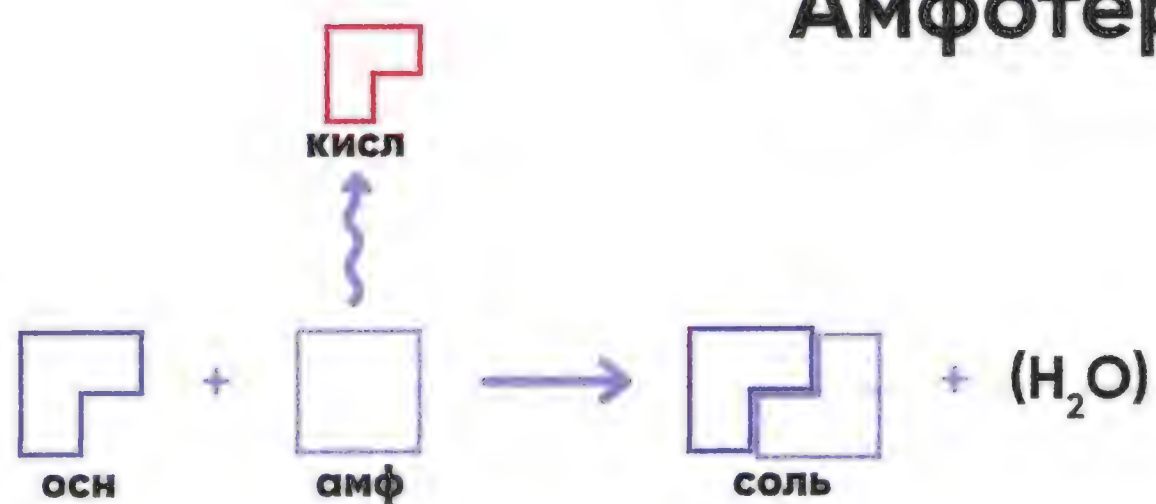
Примеры



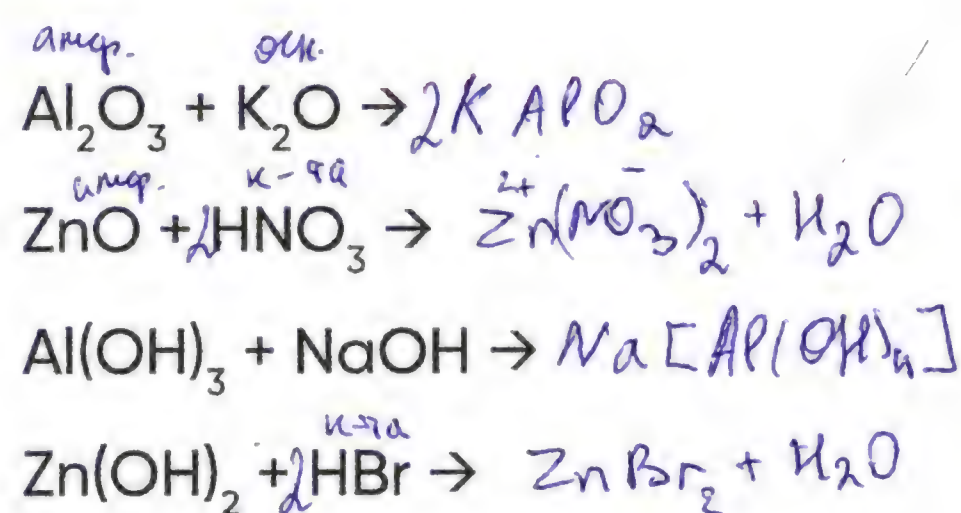
Закрепим!



Амфотерность Амфотерные соединения



Закрепим!



Что ещё помогает писать реакции?

Классификация
веществ

+

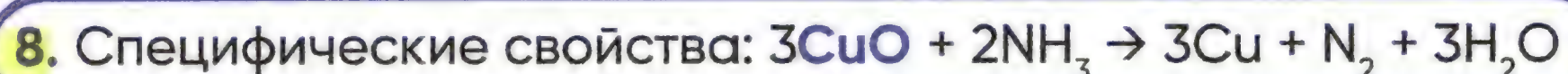
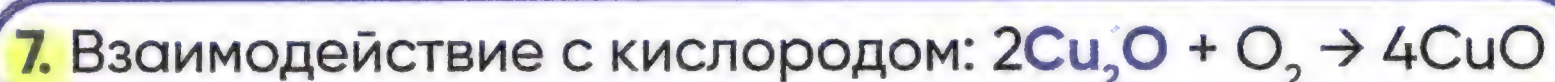
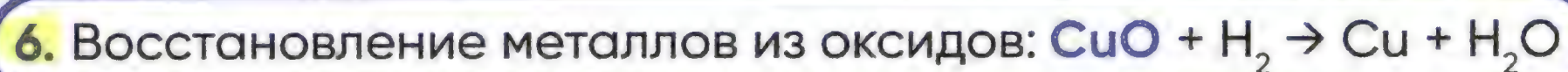
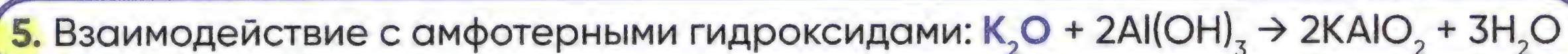
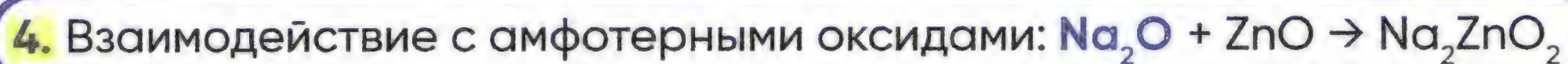
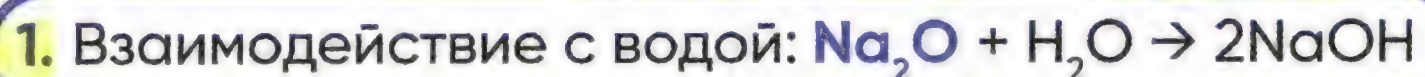
Знание свойств
классов веществ

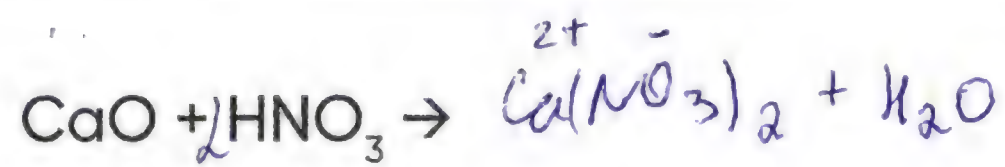
Как это работает?

Смотрите!

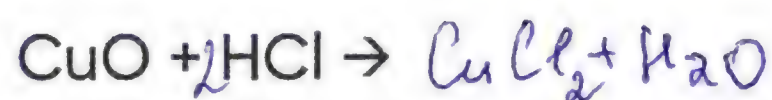
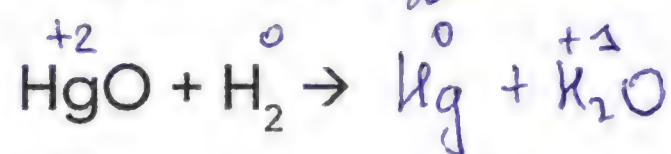
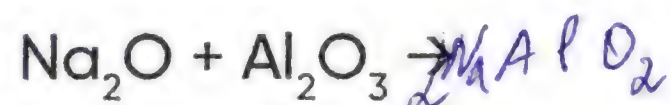
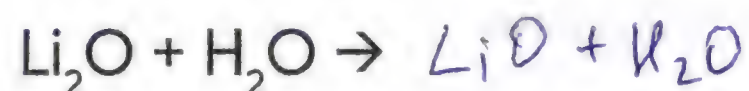
Основные оксиды

Химические свойства основных оксидов





Закрепим!



Опыт!



Кислотные оксиды

Химические свойства кислотных оксидов

1. Взаимодействие с водой: $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$

2. Взаимодействие с основными оксидами: $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$

3. Взаимодействие с основаниями: $\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

4. Взаимодействие с амфотерными оксидами: $\text{SO}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSO}_4$

5. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами: $3\text{SO}_3 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

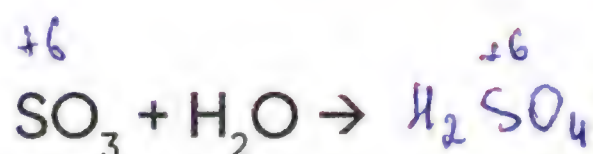
6. Взаимодействие с карбонатами ЩМ и ЩЗМ: $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

7. Взаимодействие с солями: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KHCO}_3$

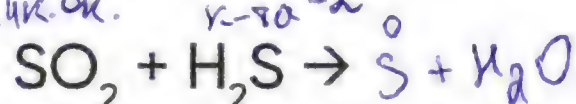
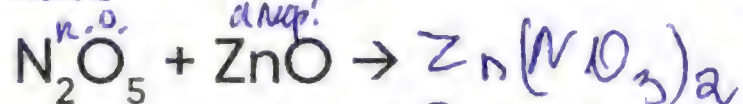
8. Взаимодействие с кислородом: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$

9. Специфические свойства: $\text{CO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{C} + 2\text{MgO}$

Закрепим!



$\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \nrightarrow$ Эти оксиды не растворяются, но оксид не реагирует с водой!



Амфотерные оксиды

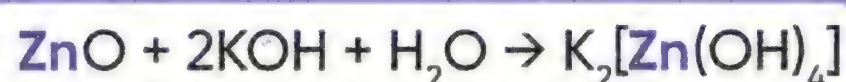
Химические свойства амфотерных оксидов

1. Взаимодействие с основными оксидами: $\text{ZnO} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$

с оксидами ЩМ и ЩЗМ - при сплавлении

2. Взаимодействие со щелочами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

при сплавлении



в растворе

3. Взаимодействие с кислотными оксидами: $\text{ZnO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{ZnSO}_4$

$\times \text{SiO}_2, \text{CO}_2, \text{SO}_2$

4. Взаимодействие с кислотами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

5. Взаимодействие с карбонатами: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaFeO}_2 + \text{CO}_2$ при сплавлении

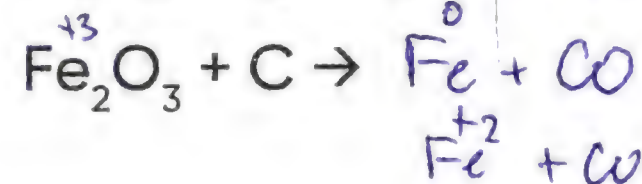
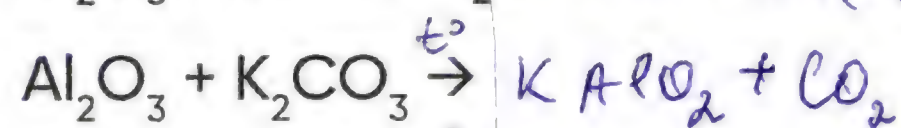
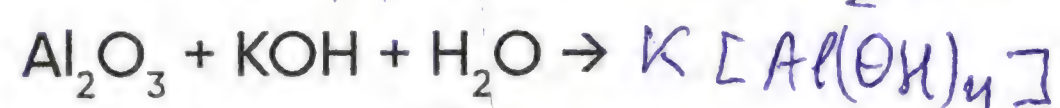
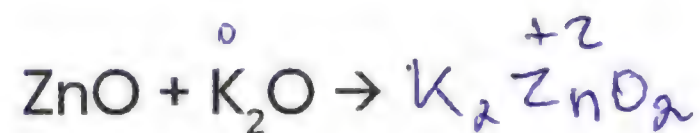
6. Восстановление: $\text{BeO} + \text{Mg} \rightarrow \text{Be} + \text{MgO}$
(H₂, C, CO, Al)

$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \nrightarrow$

Mg, Al + амф. окс.
Fe + MgO ~~↗~~

7. Специфические свойства: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} \rightarrow 3\text{FeO}$

Закрепим!



$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{FeO}$ (металл оксид Fe₃O₄)

Основания Химические свойства оснований

Щелочи

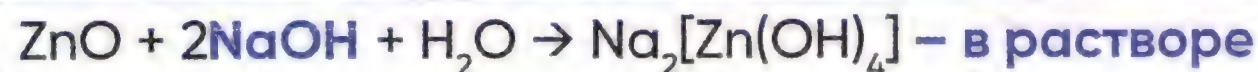
LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ba(OH)₂, Sr(OH)₂, Ca(OH)₂

1. Диссоциация в растворе: $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

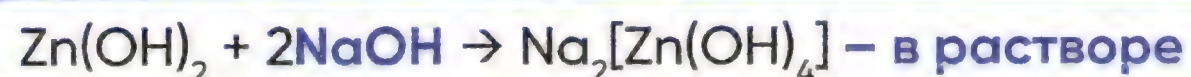
2. Взаимодействие с кислотными оксидами: $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

3. Взаимодействие с кислотами: $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

4. Взаимодействие с амфотерными оксидами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ – в расплаве



5. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами: $\text{Al(OH)}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{KAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ – в расплаве

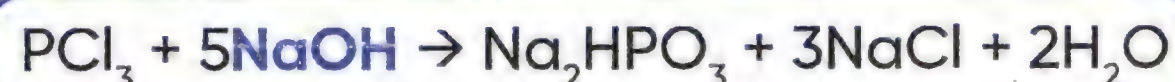


6. Взаимодействие с солями: $\text{CuCl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Cu(OH)}_2$

7. Взаимодействие с металлами: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na[Al(OH)}_4\text{]} + 3\text{H}_2$

8. Взаимодействие с неметаллами: $3\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$

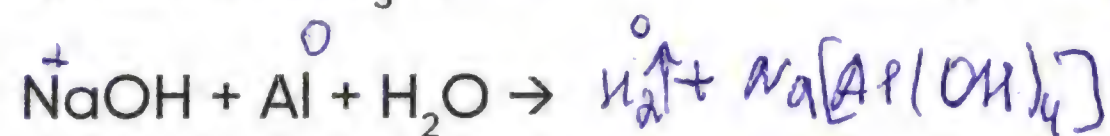
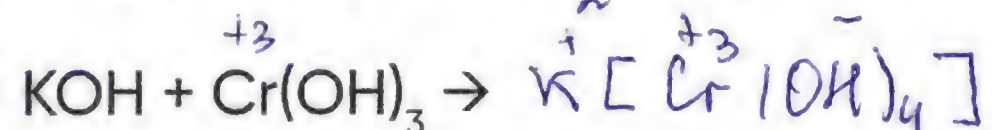
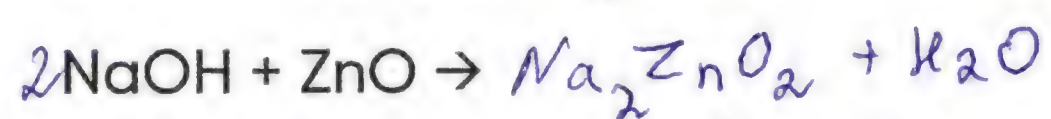
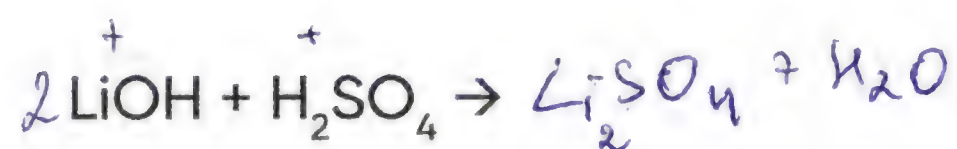
9. Взаимодействие с бинарными соединениями неметаллов:



10. Взаимодействие с галогенангидридами кислот: $\text{SOCl}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

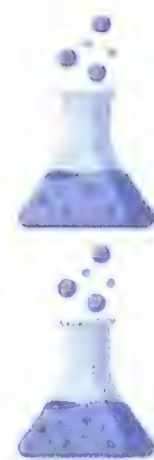
11. Термическое разложение: $2\text{LiOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Закрепим!

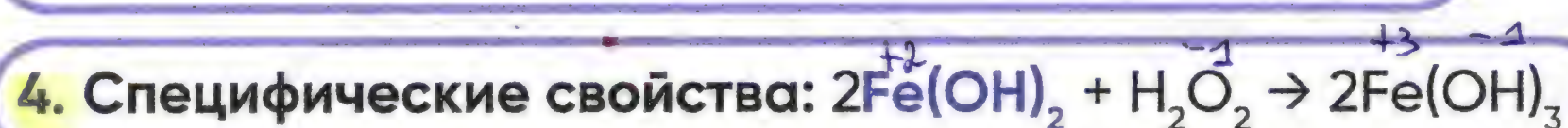
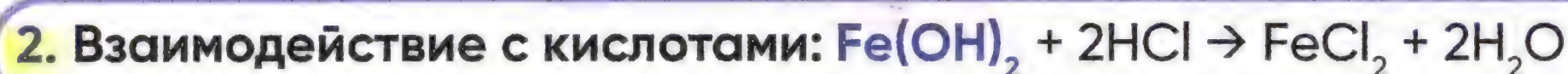
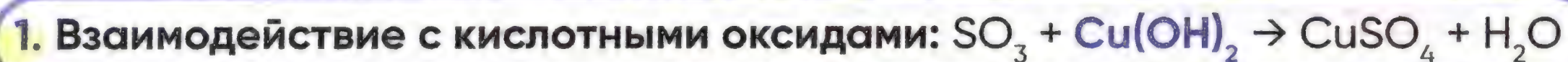


Опыт!

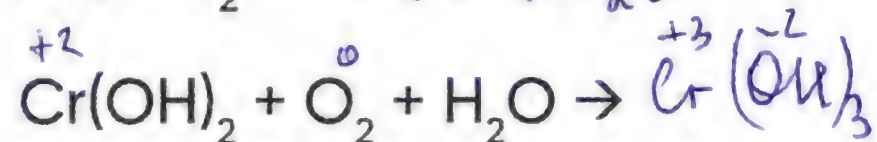
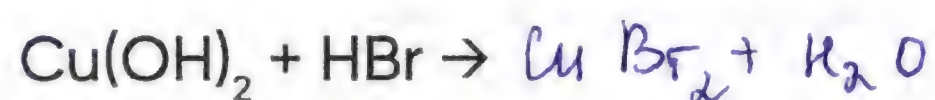
Опыт!



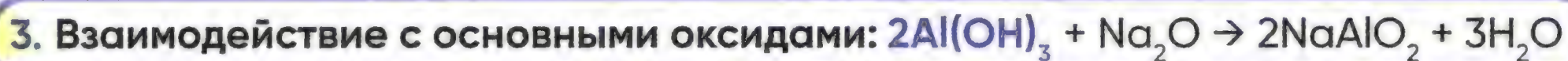
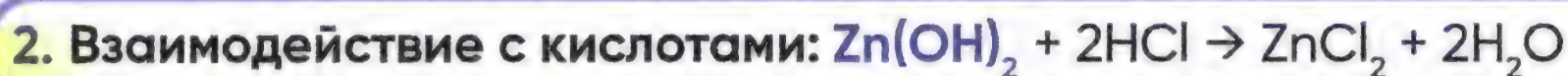
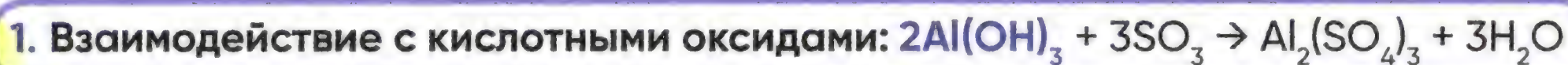
Нерастворимые гидроксиды Химические свойства нерастворимых оснований



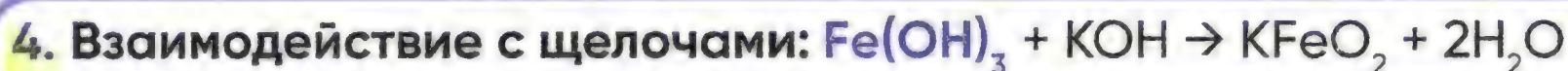
Закрепим!



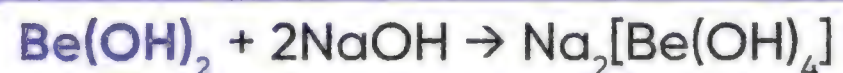
Амфотерные гидроксиды Химические свойства



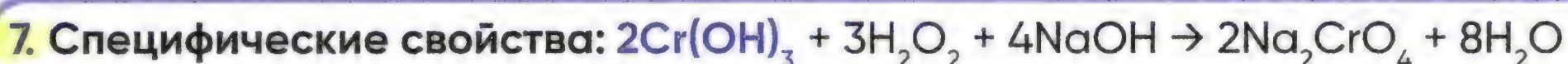
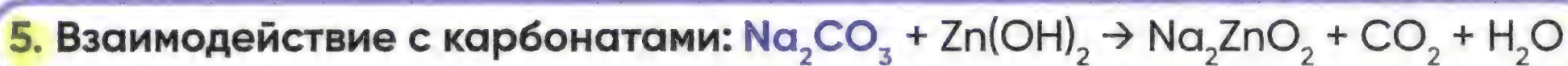
при сплавлении



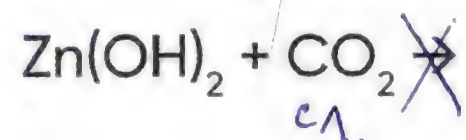
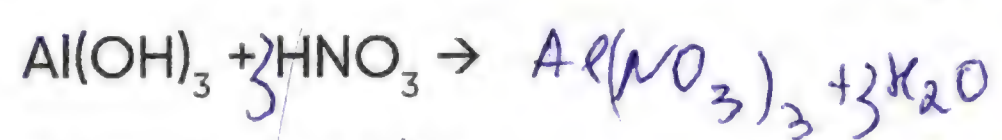
при сплавлении



в растворе



Закрепим!



Опыт!



Кислоты

Химические свойства кислот

окрашивает индикатор

1. Диссоциация в растворе, окрашивание индикаторов: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

2. Взаимодействие с металлами: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$

3. Взаимодействие с основными оксидами: $2\text{HCl} + \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

4. Взаимодействие с основаниями: $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

5. Взаимодействие с амфотерными оксидами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

6. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами: $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HBr} \rightarrow \text{ZnBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

7. Взаимодействие с солями: $\text{K}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{S}$

8. Взаимодействие с аммиаком: $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

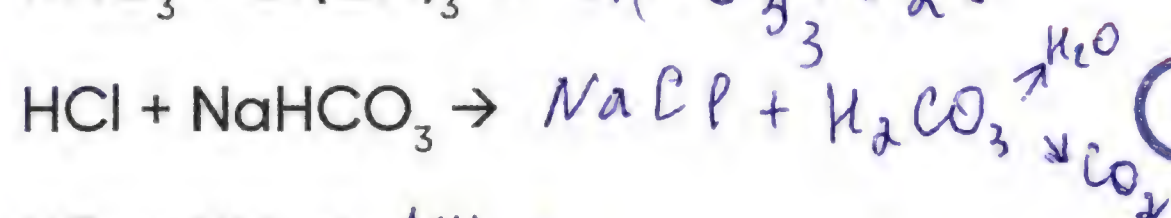
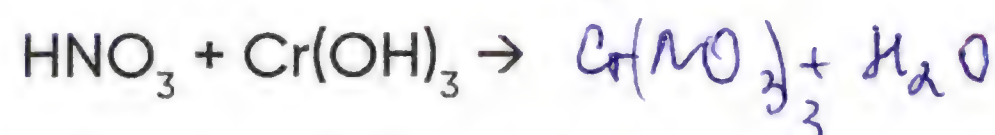
9. Взаимодействие с бинарными соединениями: $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 8\text{HCl} \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$

с.о. не меняется

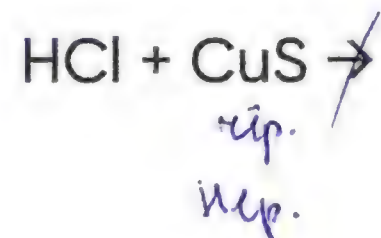
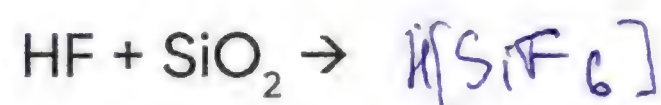
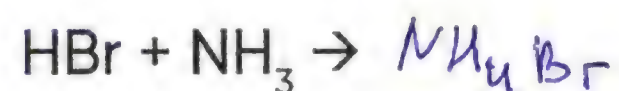
10. Термическое разложение: $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$

11. Специфические свойства: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

Закрепим!



Опыт!



Соли

Химические свойства солей

$CuS + KSCN \rightarrow K_2S + CuSCN$ $FeS + KSCN \rightarrow K_2S + FeSCN$

1. Электролитическая диссоциация: $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

2. Взаимодействие с кислотами: $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$, $Na_3PO_4 + 2H_3PO_4 \rightarrow 3NaH_2PO_4$

3. Сплавление карбонатов с амфотерными оксидами и гидроксидами: $K_2CO_3 + Al_2O_3 \rightarrow 2KAlO_2 + CO_2$

$Na_2CO_3 + Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2 + CO_2 + H_2O$

4. Взаимодействие карбонатов с SiO_2 : $Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$

5. Взаимодействие с кислотными оксидами в присутствии воды: $K_2SiO_3 + 2CO_2(изб.) + 2H_2O \rightarrow 2KHCO_3 + H_2SiO_3$

6. Взаимодействие со щелочами: $CuCl_2 + 2KOH \rightarrow Cu(OH)_2 + 2KCl$, $NaHCO_3 + NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

Взаимодействие с $NH_3 \cdot H_2O$

7. Взаимодействие солей друг с другом: $AgNO_3 + KCl \rightarrow AgCl + KNO_3$

8. Взаимный (совместный) гидролиз двух солей: $2FeCl_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O \rightarrow 6NaCl + 2Fe(OH)_3 + 3CO_2$

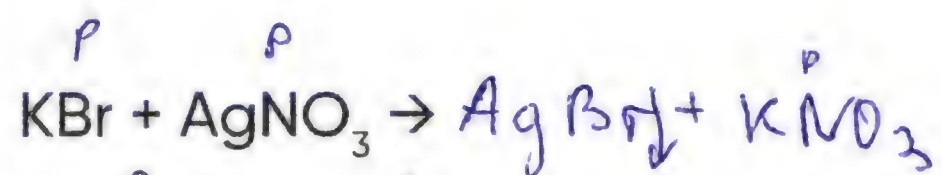
9. Взаимодействие с металлами: $CuCl_2 + Zn \rightarrow ZnCl_2 + Cu$

10. Термическое разложение солей: $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$

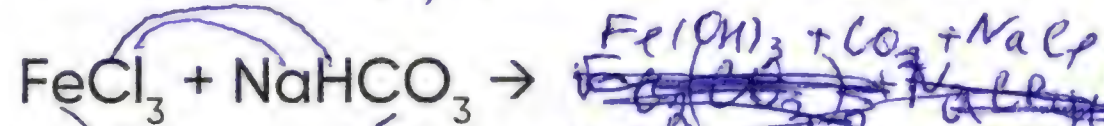
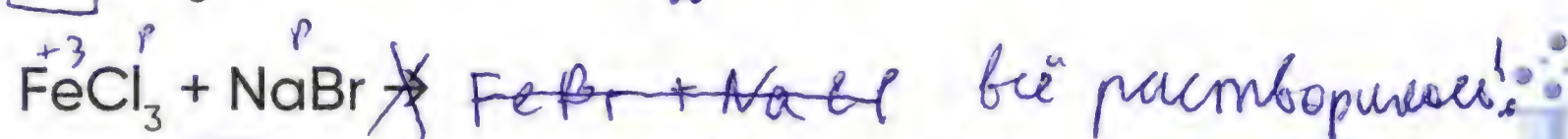
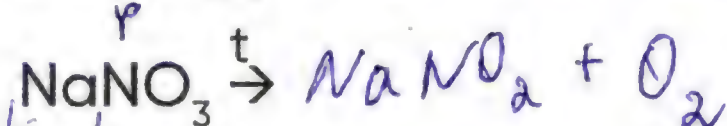
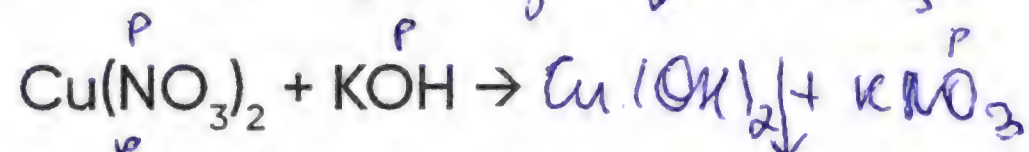
11. Вытеснение галогенов: $2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2$

12. Специфические свойства: $K_2Cr_2O_7 + 2KOH \rightarrow 2K_2CrO_4 + H_2O$

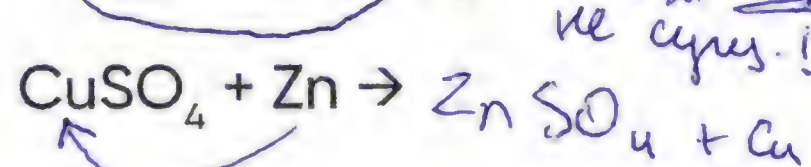
Закрепим!



Опыт!



Опыт!

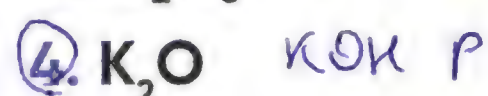
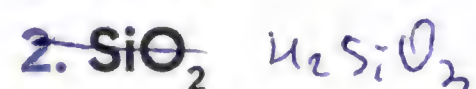


Опыт!



Задание 1 (5 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два оксида, каждый из которых реагирует с водой. Запишите номера выбранных ответов. *см.ад.*

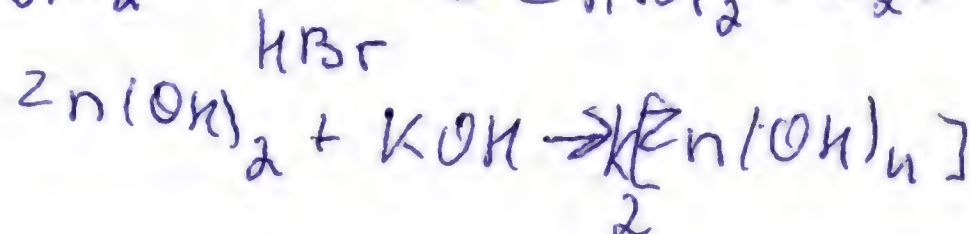


Ответ:

4	5
---	---

Задание 2 (6 КИМ)

В одну из пробирок с осадком гидроксида цинка прилили раствор сильной одноосновной кислоты X, а в другую – раствор вещества Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.



1. Хлорид бария и

2. Бромоводородная кислота и HBr

3. Сульфат натрия и

4. Гидроксид калия и

5. Плавиковая кислота и HF *см.ад.*

Ответ:

X	Y
2	4

Задание 3 (7 КИМ)

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

Реагенты

A. LiOH и H_2O *1/2/3/4/5*

B. CuSO_4 и H_2O *1/2/3/4/5*

B. SO_3 и H_2O *1/2/3/4/5*

Г. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и H_2O *1/2/3/4/5*

1. H_2O , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, K_2O

2. O_2 , H_2O , H_2SO_4

3. BaCl_2 , NaOH , K_2S

4. HCl , SO_3 , AgNO_3

5. HNO_3 , NaOH , HBr

Ответ:

A	B	B	Г
4	3	1	5

Задание 4 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукты реакции

A. Na_2O и H_2O *см.ад.*

B. Na_2O и SO_2 *см.ад.*

B. NaOH и $\text{Al}(\text{OH})_3$ *(р-р)*

Г. NaOH и H_2SO_4

1. NaOH

2. Na_2SO_4

3. $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

4. NaAlO_2 и H_2O

5. Na_2SO_3

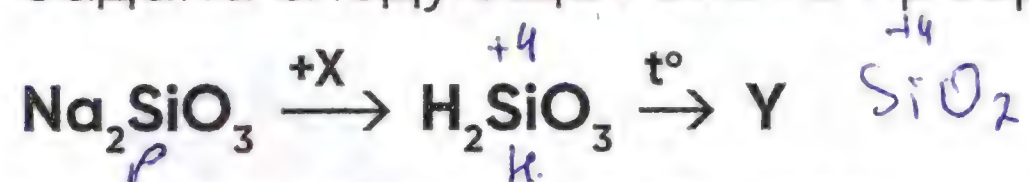
6. Na_2SO_4 и H_2O

Ответ:

A	B	B	Г
1	5	3	6

Задание 5 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.



2. SiO

3. H₂

4. NH₃

5. SiO₂

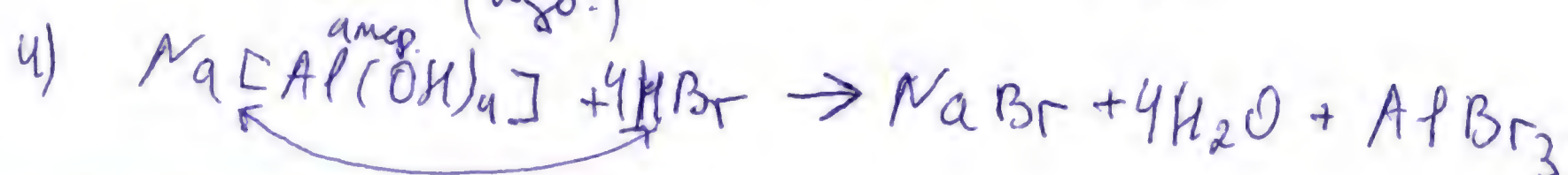
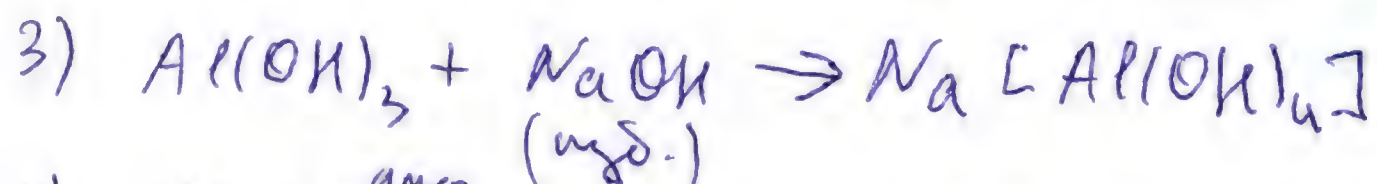
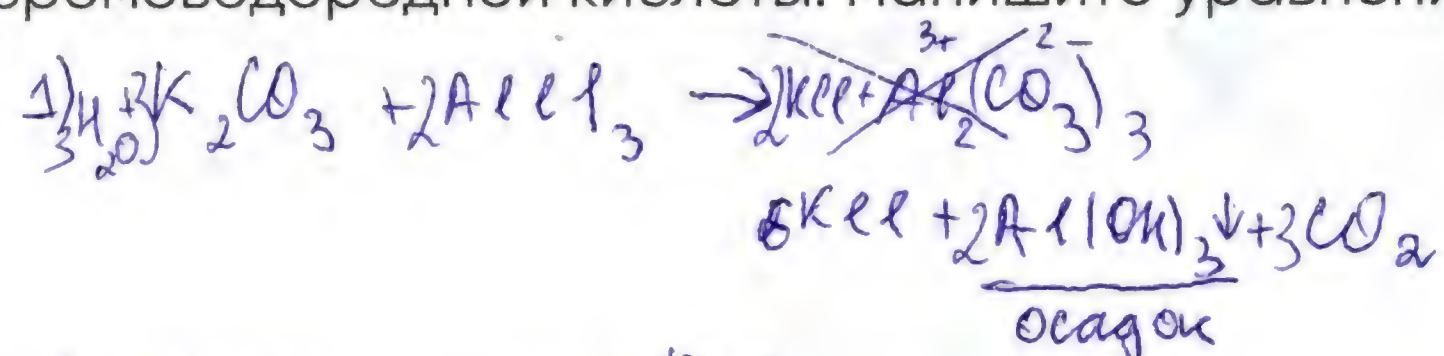
Ответ:

X	Y
1	5

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

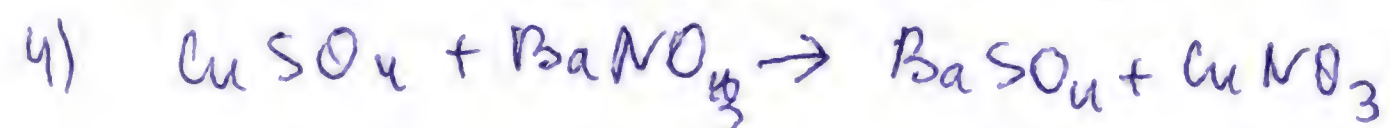
Задание 6 (30 КИМ)

Осадок, полученный в результате реакции растворов карбоната калия и хлорида алюминия, разделили на две части. Первую часть прокалили, а вторую часть внесли в избыток раствора гидроксида натрия. К образовавшемуся раствору прилили раствор бромоводородной кислоты. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.



Задание 7 (30 КИМ)

Гидроксид меди (II) прокалили. Твёрдый черный остаток, полученный в результате прокаливания, разделили на две части. Первую часть нагрели в присутствии газообразного водорода и наблюдали изменение цвета твёрдого остатка на розовато-красный. Вторую часть поместили в раствор серной кислоты. К образовавшемуся раствору прилили раствор нитрата бария и наблюдали выпадение белого осадка. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.



Классификация и скорость химических реакций

Что такое реакция?

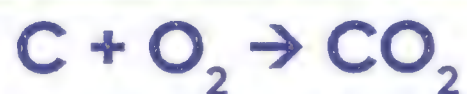


Физические процессы

- Испарение воды
- Вытягивание проволоки
- Плавление льда
- Запах духов и т.д.

Химические процессы

- Сгорание топлива
- Скисание молока
- Ржавление железа
- Гниение листьев и т.д.



Исходные вещества (реагенты)

Продукты реакции

Признаки протекания химической реакции

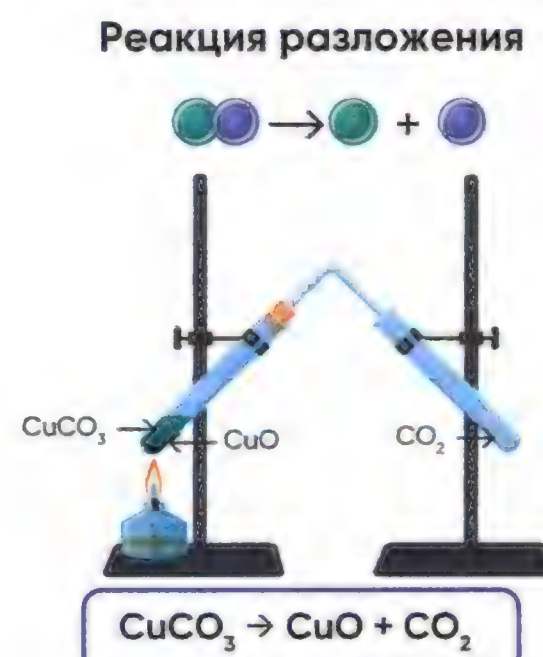
1. Происходит изменение цвета
2. Выпадение/растворение осадка
3. Выделение газа
4. Выделение/поглощение тепла
5. Появление запаха
6. Выделение света



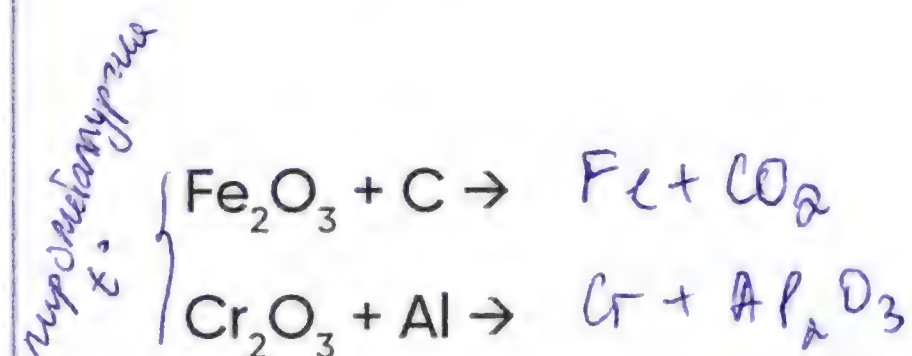
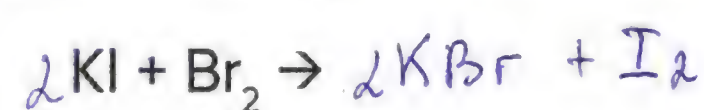
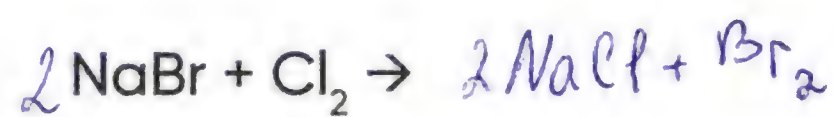
Классификация неорганических реакций



1. По количеству и составу реагентов и продуктов

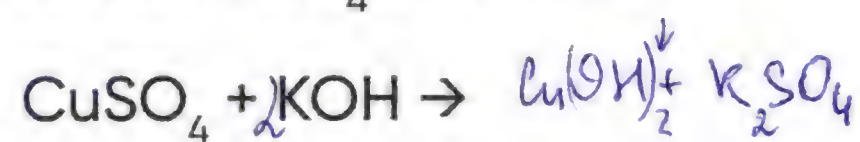


Реакции замещения*

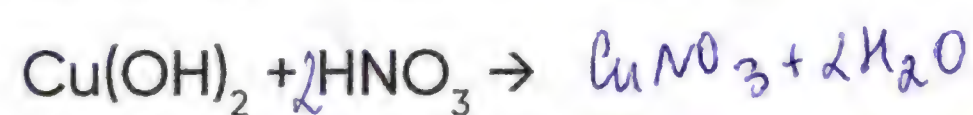
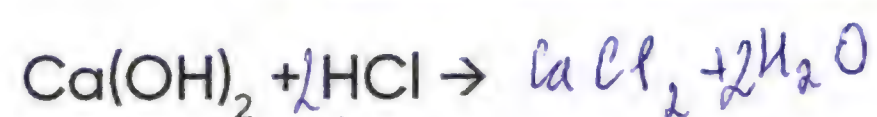


* в органической химии реакции замещения отличаются

Реакции обмена

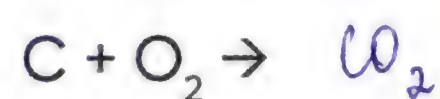
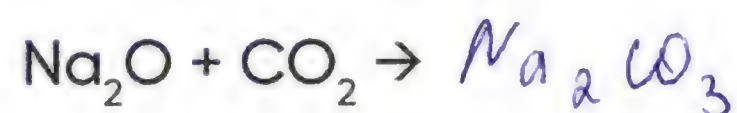


• **Реакция нейтрализации** — это взаимодействие кислоты и основания

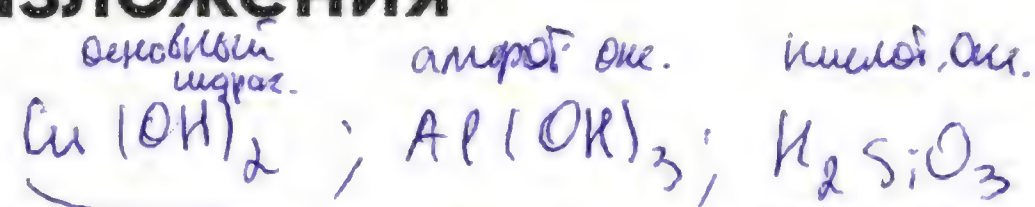
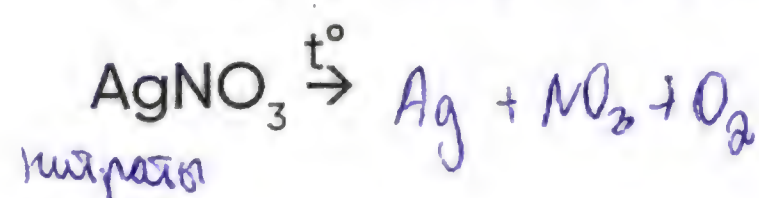
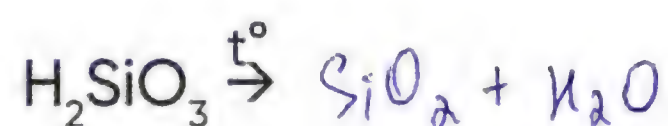


— это взаимодействие кислоты и основания

Реакции соединения



Реакции разложения



не раствор. гидроксиды = разлагаются до 2-х оксидов.
гидроксид = $\text{H}_2 + \text{O}_2$ ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \dots$)

2. По изменению степени окисления



ОКИСЛИТЕЛЬ принимает электроны и понижает свою степень окисления, а **ВОССТАНОВИТЕЛЬ** отдаёт электроны и повышает свою степень окисления

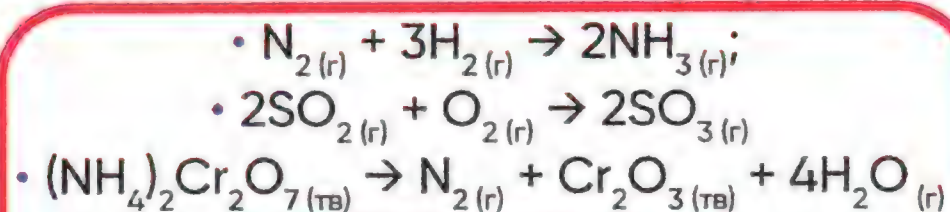
существуют также реакции диспропорционирования и конпропорционирования

3. По знаку теплового эффекта



Экзотермические (+Q):

- реакции горения;
- реакция нейтрализации;
- реакции ЩМ и ЩЗМ и их оксидов с водой;
- реакции, идущие со взрывом, самовоспламенение, разложение $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;

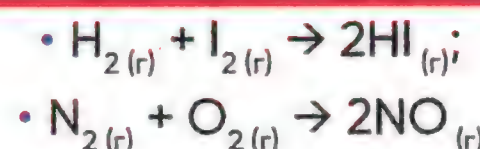


запомнить!



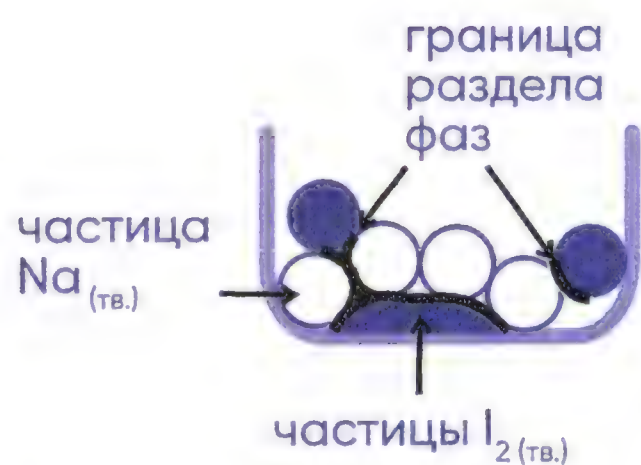
Эндотермические (-Q):

- реакции гидролиза (многие);
- реакции разложения, требующие длительного нагревания;



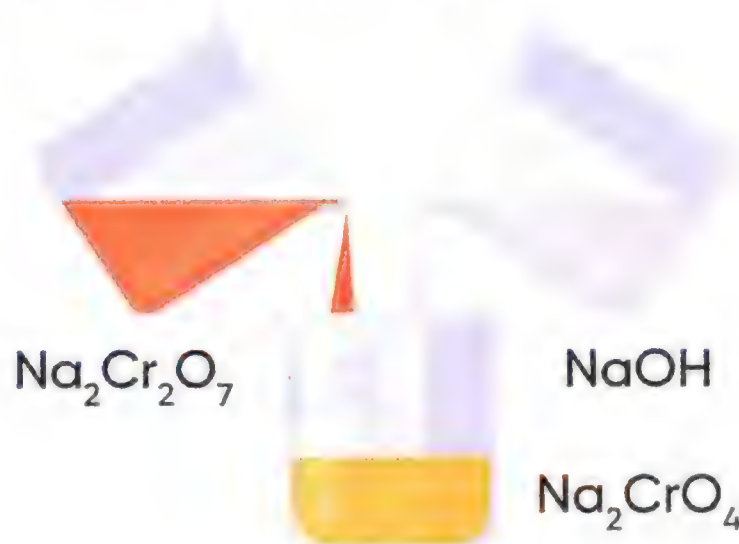
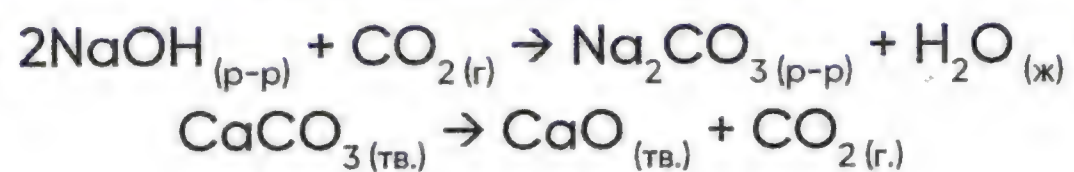
запомнить!

4. По наличию границы раздела фаз



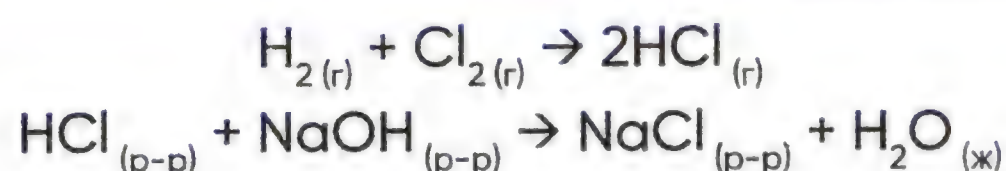
Гетерогенные

Есть граница раздела фаз



Гомогенные

Нет границы раздела фаз (газ + газ, раствор + раствор, жидкость + жидкость (смешивающиеся))

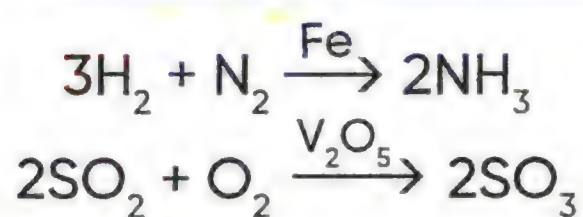


масло + вода => не смеш.

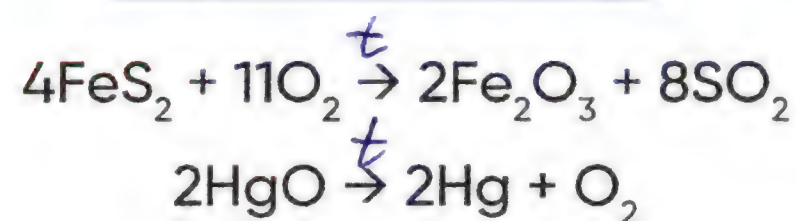
5. По наличию катализатора

Катализатор — это **вещество**, ускоряющее скорость химической реакции
Ингибитор — это **вещество**, замедляющее скорость химической реакции

Каталитические



Некаталитические



Есть и другие каталитические реакции, которые необходимо запомнить для ЕГЭ

t° , $h\nu$ — не являются катализаторами!



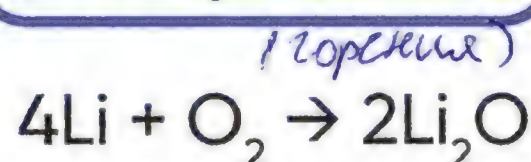
6. По возможности протекания реакции в прямом и обратном направлении

Химические реакции

Обратимые



Необратимые



Скорость химической реакции

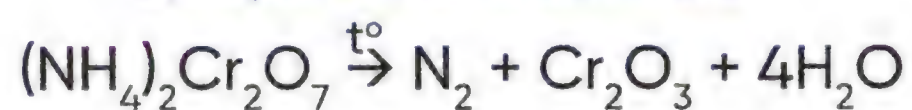
Скорость реакции — изменение концентрации реагента или продукта в единицу времени.



Быстрые реакции



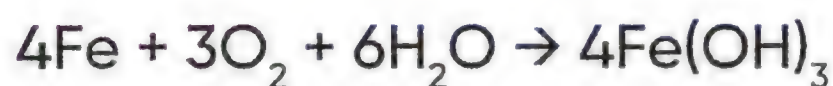
Разложение
дихромата аммония



Медленные реакции



Коррозия железа



Концентрация



одинаковый объём, но разное
количество вещества



одинаковое количество
вещества, но разный объём

Факторы, влияющие на скорость химической реакции

1. Природа реагирующих веществ

2. Концентрации реагирующих веществ

3. Давление в реакционной смеси (объём)

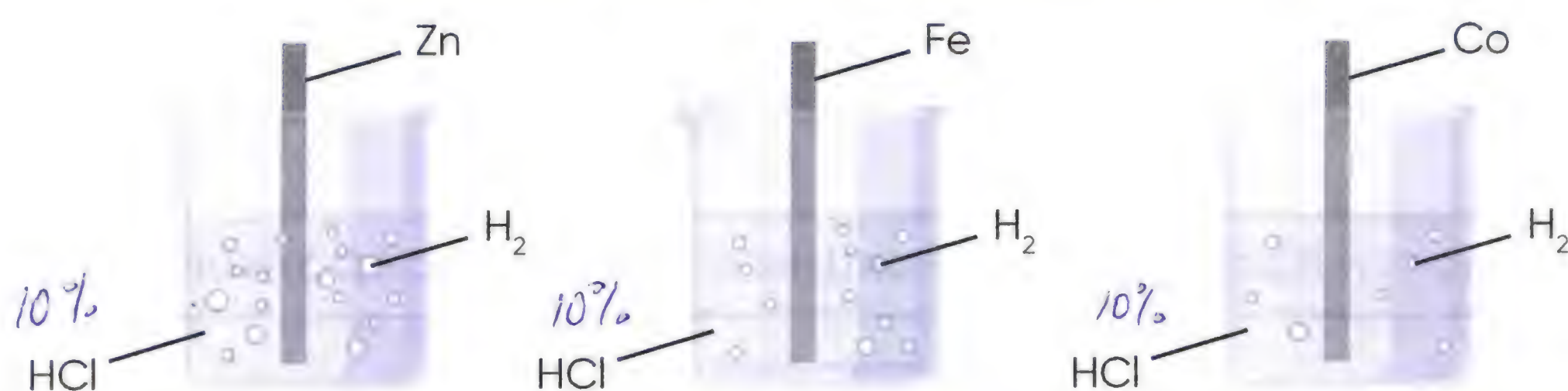
если в реагентах есть газы

4. Температура

5. Наличие катализатора

6. Степень измельчения в гетерогенных реакциях, где есть твердый участник реакции

1. Природа реагирующих веществ

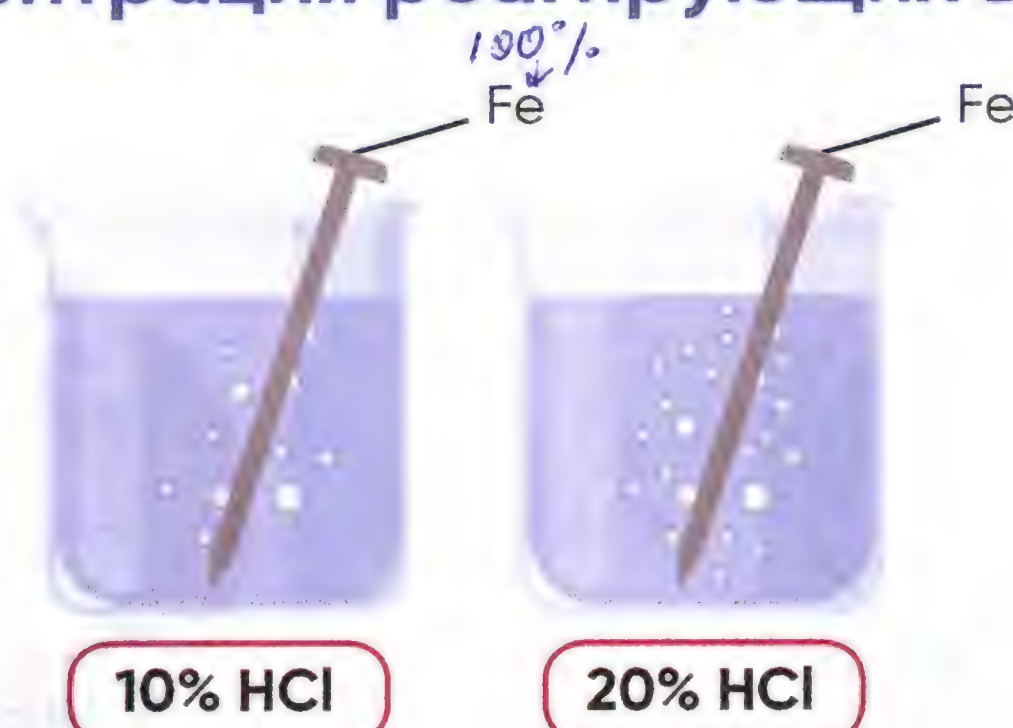


РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn ^{более актив.} Zn Cr ^{сп.} Fe Cd ^{менее актив.} Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
активность металлов уменьшается →

Чем активнее реагенты,
тем быстрее идет реакция

2. Концентрация реагирующих веществ



Концентрация твёрдых веществ

Добавление твёрдого гидроксида натрия повышает его концентрацию, так как он растворяется в воде



Для веществ в твёрдой фазе термин «концентрация» не используют

3. Давление реакционной смеси (объём)

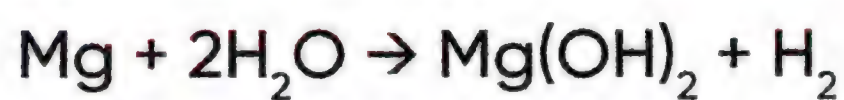
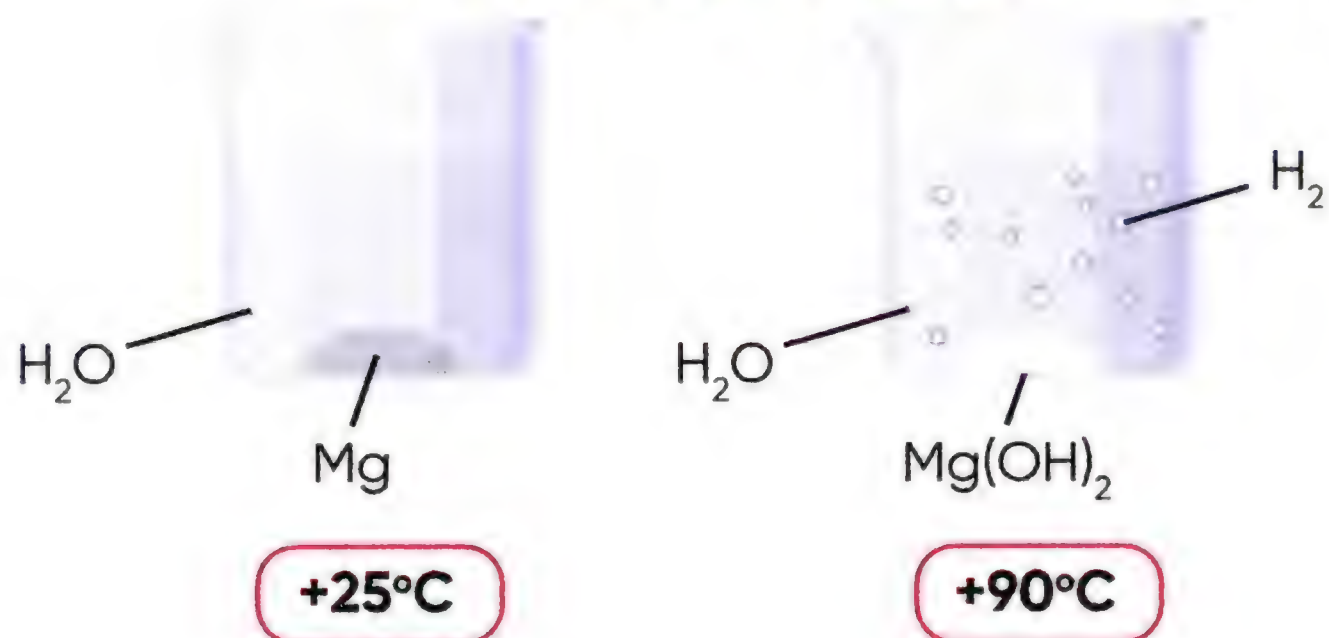
Только для реагентов в газовой фазе!



$P \downarrow$ *давление*
 $V \uparrow$ *объём*

$P \uparrow$
 $V \downarrow$

4. Температура *t° всегда ускоряет!*



5. Катализатор

Катализатор — **вещество**, ускоряющее реакцию.

Ингибитор — **вещество**, замедляющее реакцию.



t° , $h\nu$ — не являются катализаторами!

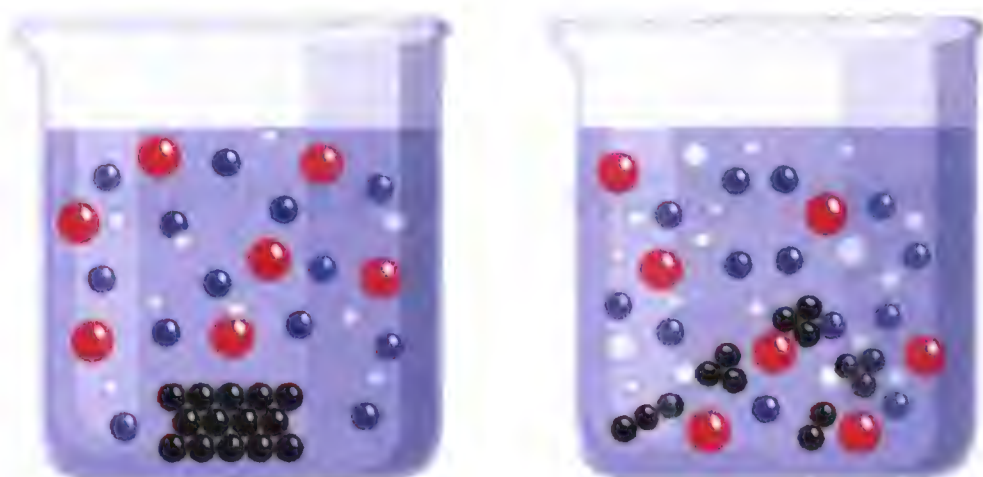
но свет может ускорять некоторые реакции



6. Площадь соприкосновения

Маленькая площадь соприкосновения

Большая площадь соприкосновения



$\bullet$ — Cl^- $\bullet$ — H^+ $\bullet$ — атом магния

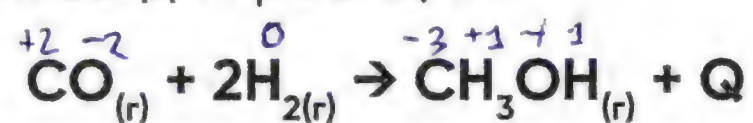


Измельчение твердого вещества увеличивает площадь поверхности, поэтому реакция идёт быстрее

Задание 1 (17 КИМ)

ДЕМО ЕГЭ 2022

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые справедливы для реакции:



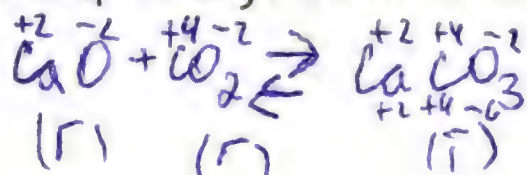
Запишите номера выбранных ответов.

1. относится к гомогенным реакциям
2. относится к окислительно-восстановительным реакциям
3. повышение давления увеличивает скорость образования метанола
4. увеличение концентрации водорода не влияет на скорость образования метанола
5. повышение температуры увеличивает скорость данной реакции

Ответ: 1 2 3 5

Задание 2 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые справедливы для реакции взаимодействия оксида кальция с углекислым газом. Запишите номера выбранных ответов.

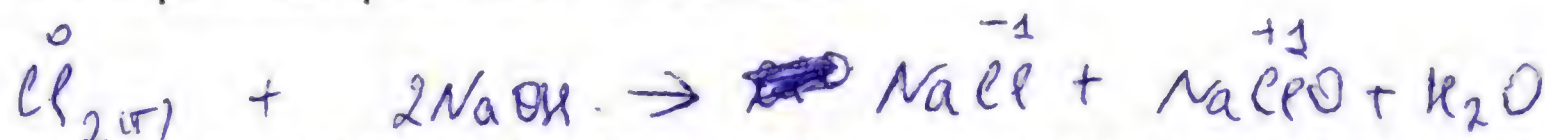


1. повышение температуры увеличивает скорость реакции
- ☒ 2. уменьшение давления не влияет на скорость реакции
3. относится к обратимым реакциям
4. относится к окислительно-восстановительным реакциям
5. относится к реакциям соединения

Ответ: 1 3 5

Задание 3 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые являются верными. Запишите номера выбранных ответов.

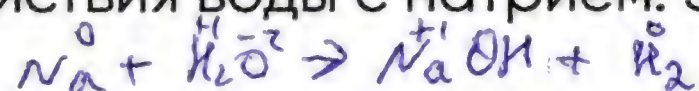


- ☒ 1. реакция взаимодействия хлора и гидроксида натрия не является окислительно-восстановительной
2. взаимодействие гидроксида меди (II) и соляной кислоты относится к реакции нейтрализации
3. растворение мела в 10%-ом растворе соляной кислоты проходит быстрее, нежели в 5%-ом растворе
- ☒ 4. увеличение концентрации бромоводорода влияет на скорость реакции газообразных водорода и брома
- ☒ 5. измельчение серы и железа не влияет на скорость взаимодействия между ними

Ответ: 2 3

Задание 4 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые справедливы для реакции взаимодействия воды с натрием. Запишите номера выбранных ответов.



☒ не относится к окислительно-восстановительным реакциям

☒ не относится к каталитическим реакциям

☒ измельчение натрия не влияет на скорость реакции

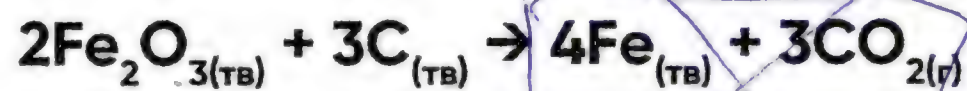
☒ относится к гетерогенным реакциям

☒ добавление воды увеличивает скорость реакции

Ответ: 245

Задание 5 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые справедливы для реакции:



Запишите номера выбранных ответов.

не влияет на скорость

☒ относится к реакциям разложения

☒ относится к реакциям замещения

☒ добавление угля влияет на скорость реакции

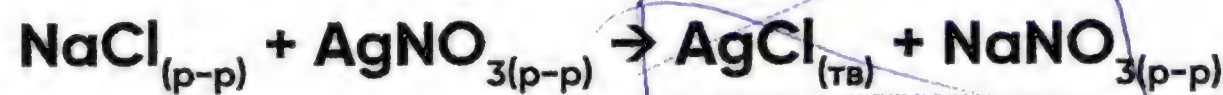
☒ уменьшение давления не влияет на скорость реакции

☒ увеличение температуры приводит к увеличению скорости данной реакции

Ответ: 245

Задание 6 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые справедливы для реакции:



Запишите номера выбранных ответов.

☒ добавление твердого хлорида натрия не влияет на скорость реакции

2. увеличение концентрации нитрата серебра влияет на скорость реакции

3. относится к реакциям обмена

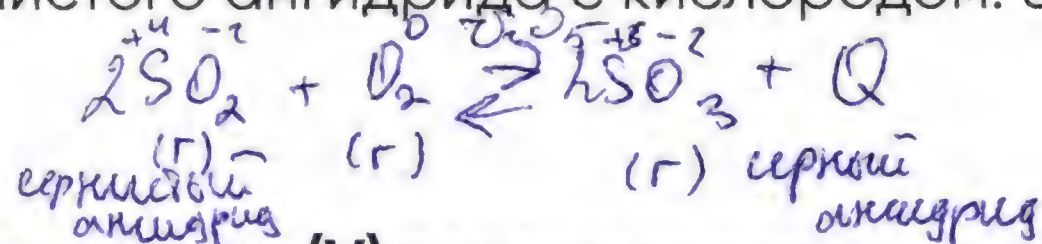
4. относится к некаталитическим реакциям

5. увеличение объема реакционного сосуда не влияет на скорость реакции

Ответ: 2345

Задание 7 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые справедливы для реакции взаимодействия сернистого ангидрида с кислородом. Запишите номера выбранных ответов.



- ☒ 1. добавление оксида ванадия (V) влияет на скорость реакции
- ☒ 2. уменьшение концентрации серного ангидрида влияет на скорость реакции
- ☒ 3. относится к окислительно-восстановительным реакциям
- ☒ 4. относится к эндотермическим реакциям
- ☒ 5. уменьшение температуры влияет на скорость реакции

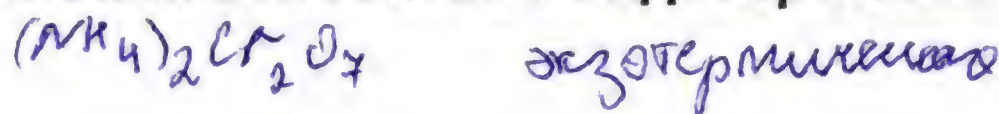
Ответ: 135

Задание 8 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все суждения, которые являются неверными. Запишите номера выбранных ответов.



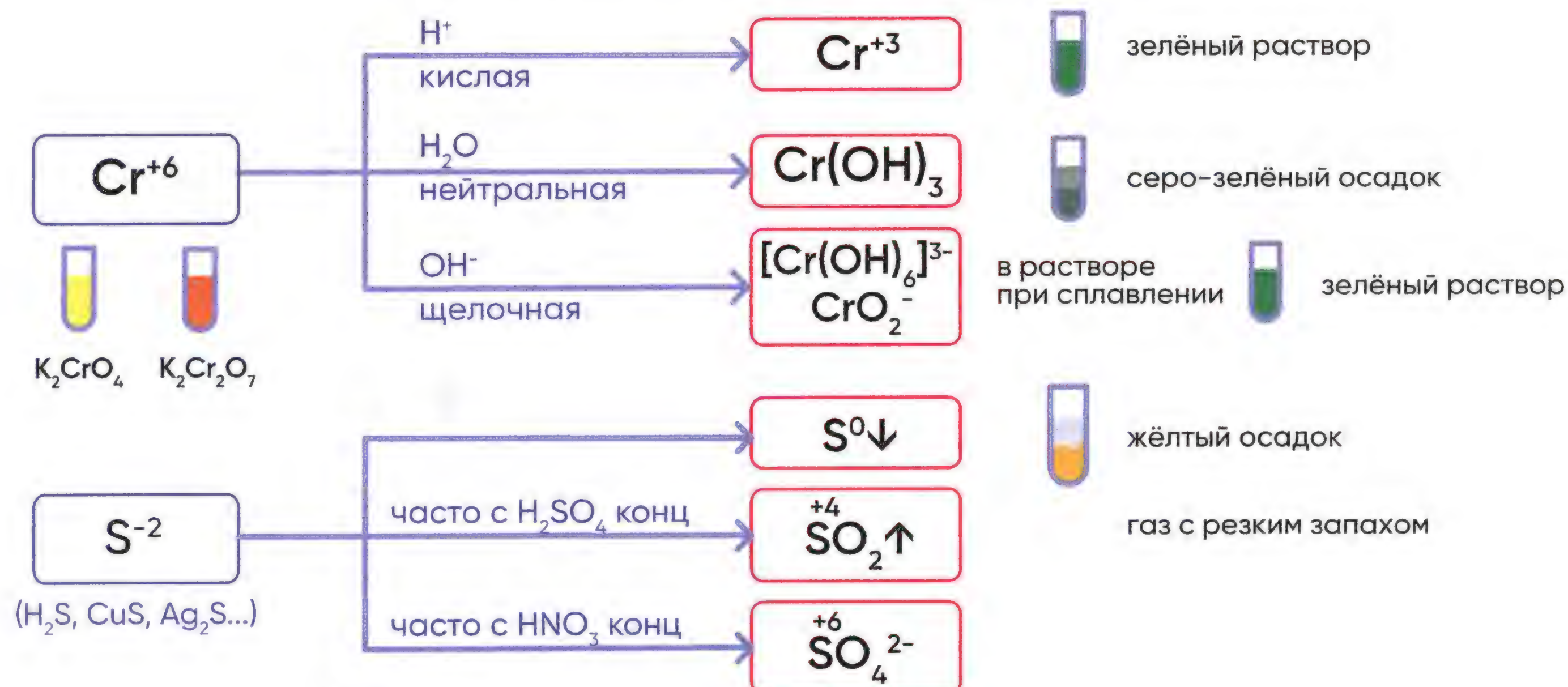
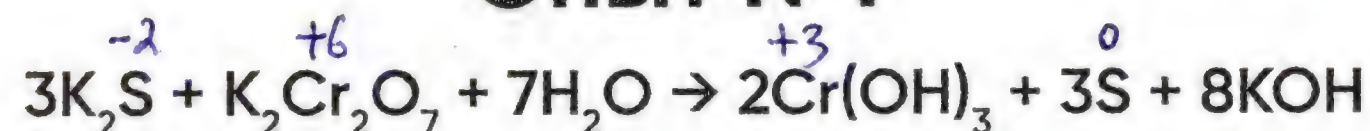
- ☒ 1. синтез аммиака относится к обратимым реакциям
- ☒ 2. увеличение концентрации щелочи влияет на скорость реакции нейтрализации
- ☒ 3. взаимодействие гидроксида натрия и соляной кислоты относится к обратимым реакциям
- ☒ 4. увеличение объема реакционного сосуда при взаимодействии кислорода и оксида азота (II) приводит к увеличению скорости реакции
- ☒ 5. разложение дихромата аммония относится к эндотермическим реакциям



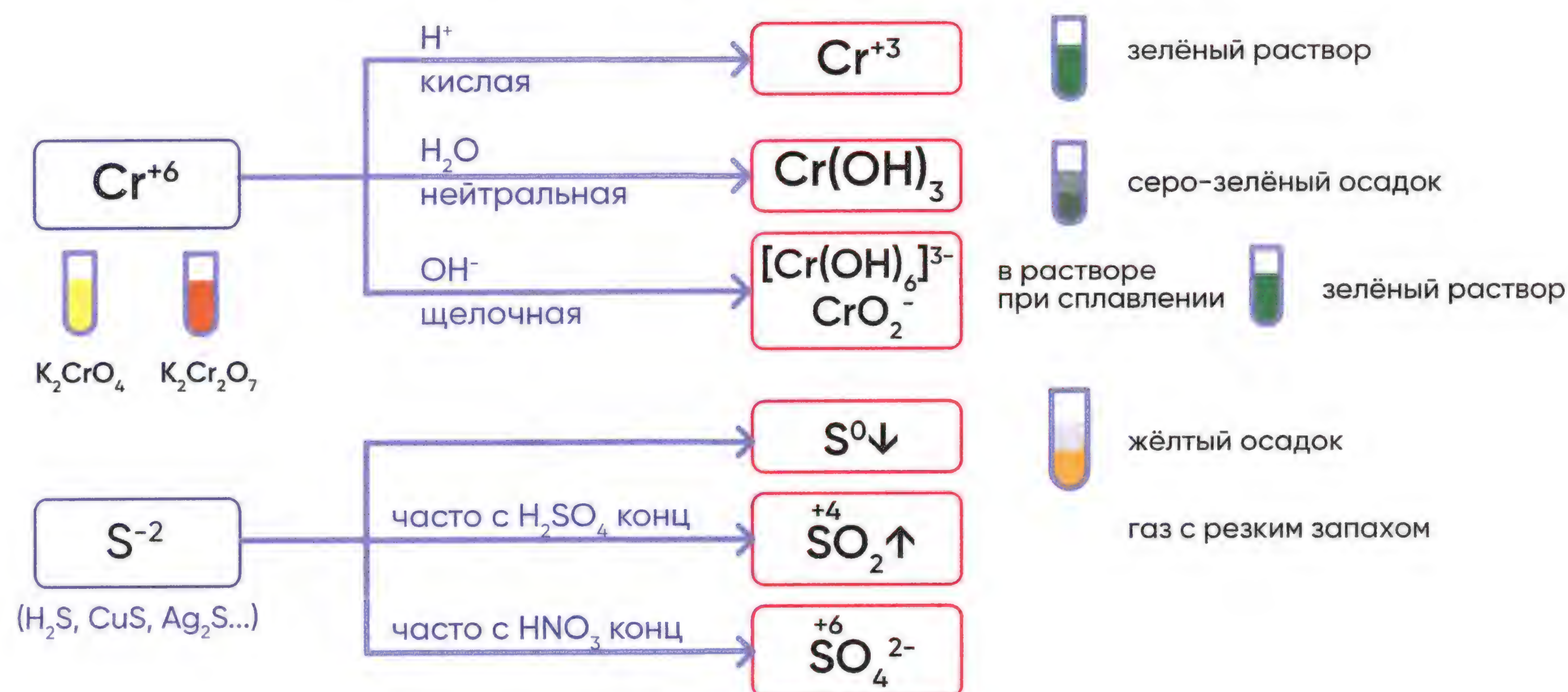
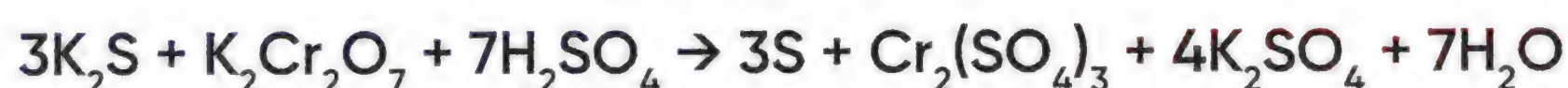
Ответ: 245

Окислительно-восстановительные реакции на практике

Опыт №1

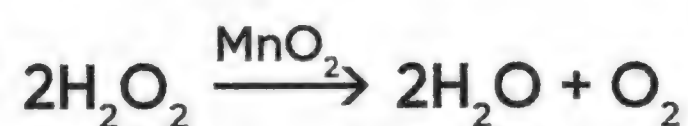


Опыт №2

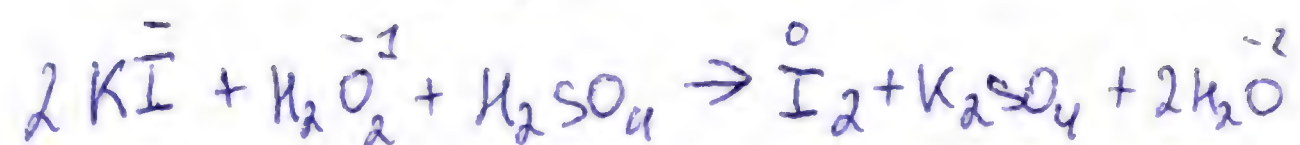


Опыт №3

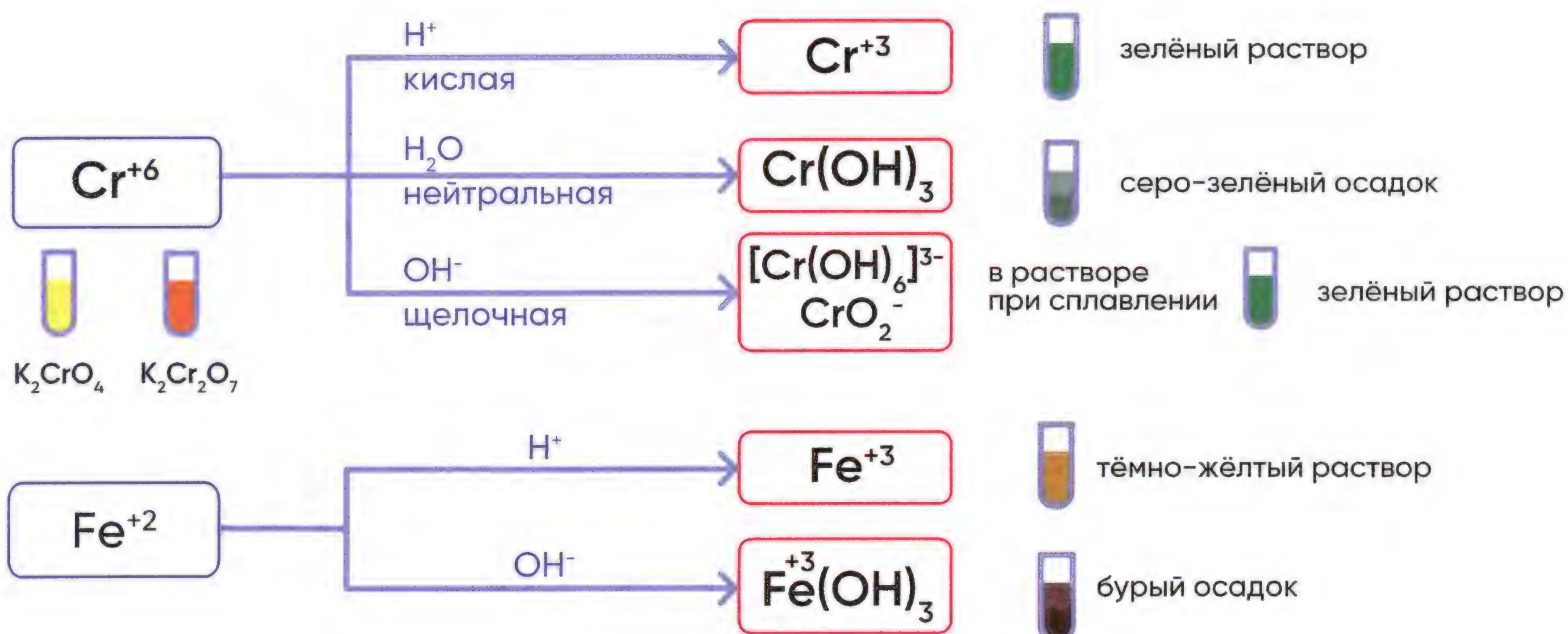
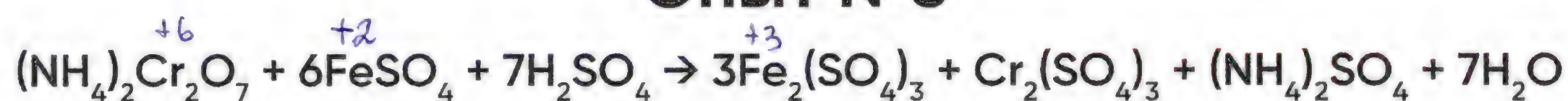
Зубная паста для слона (elephant toothpaste)



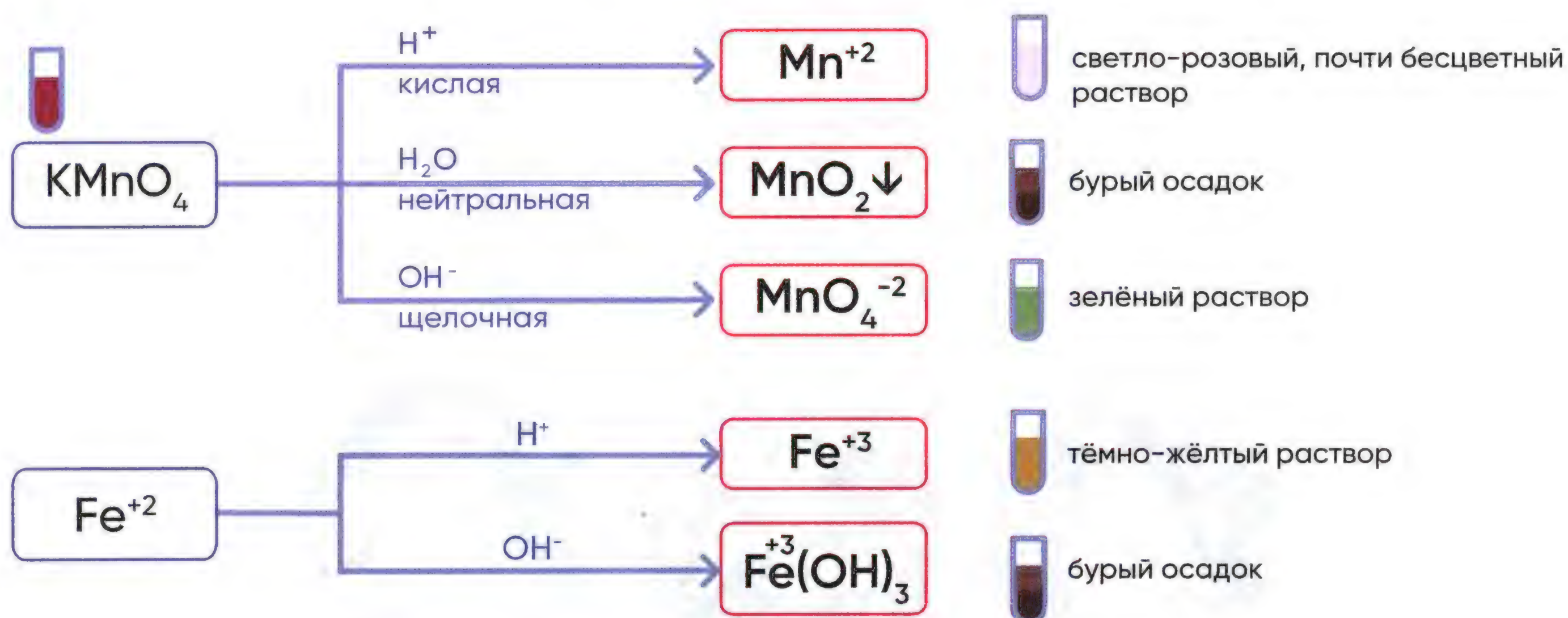
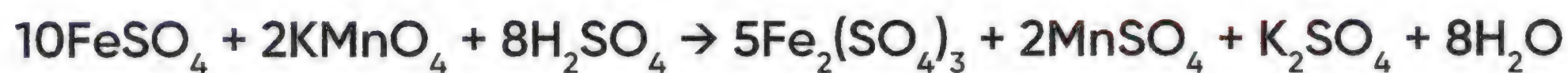
Опыт №4



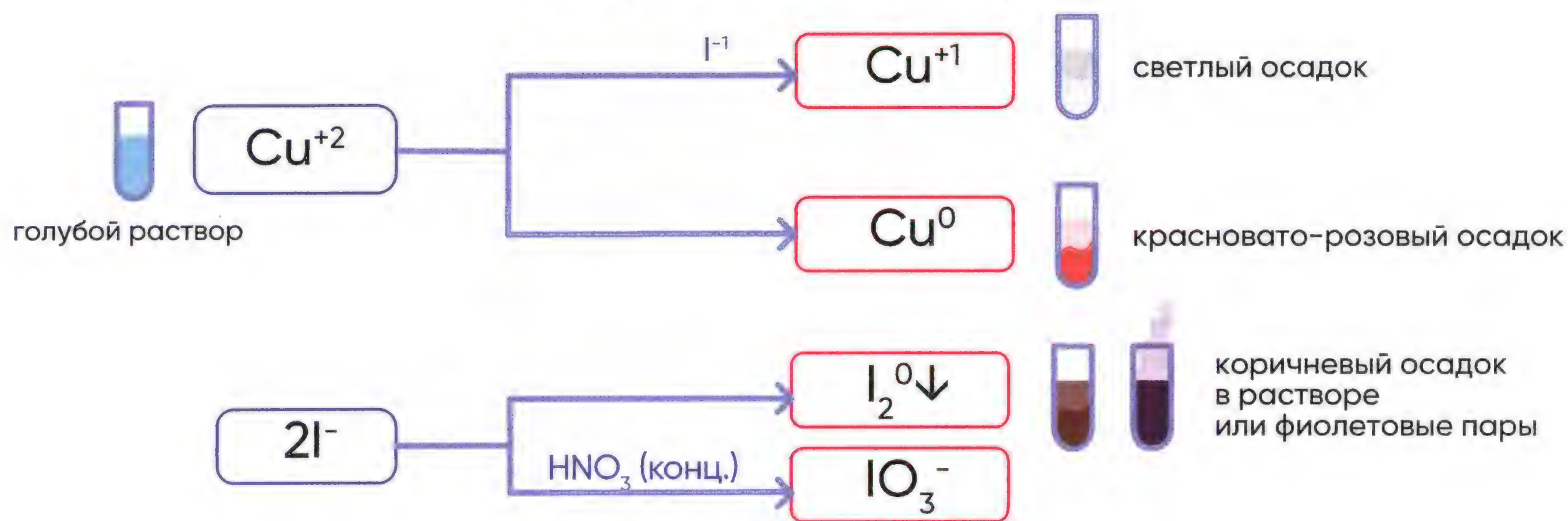
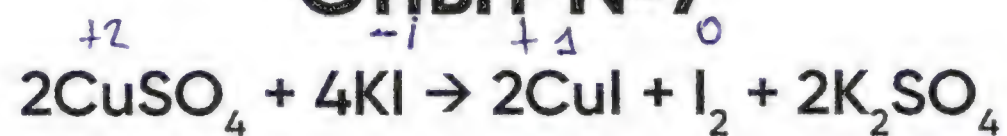
Опыт №5



Опыт №6



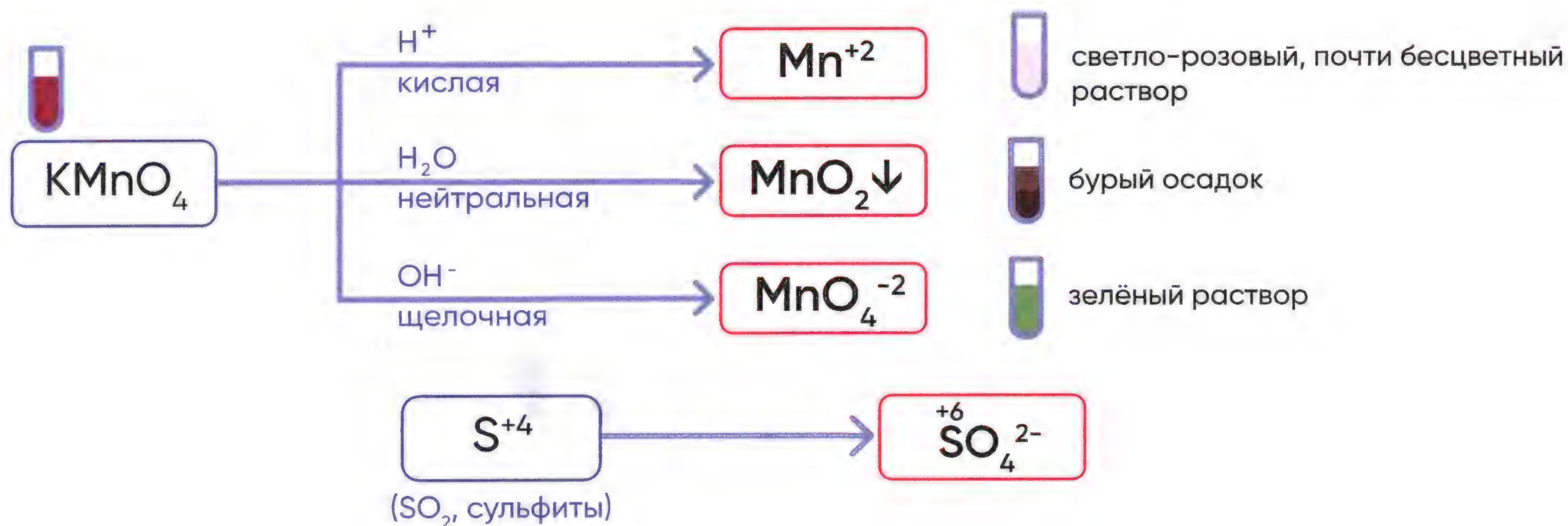
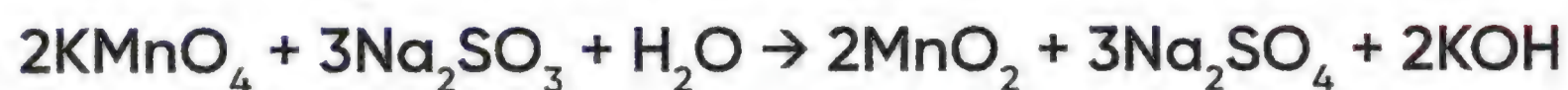
Опыт №7



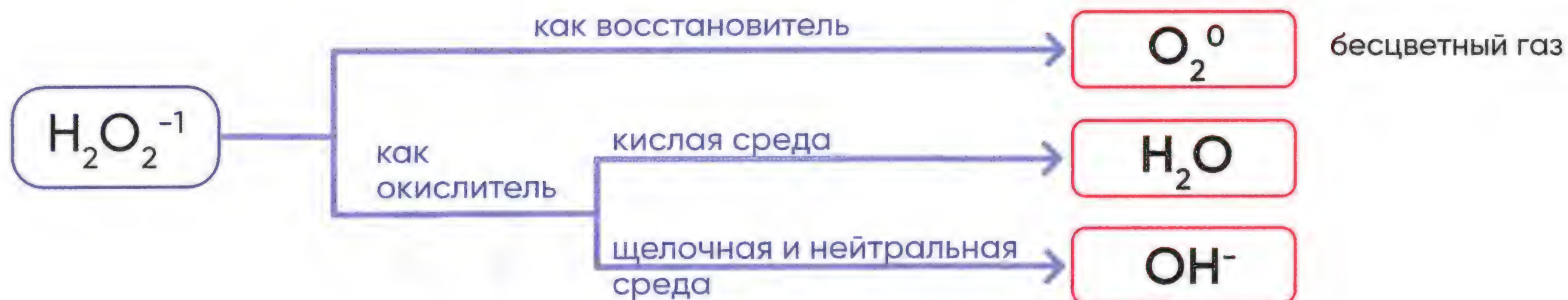
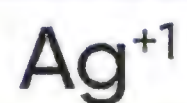
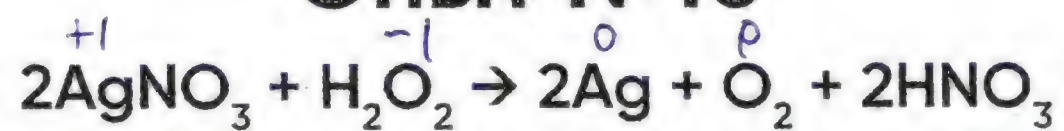
Опыт №8



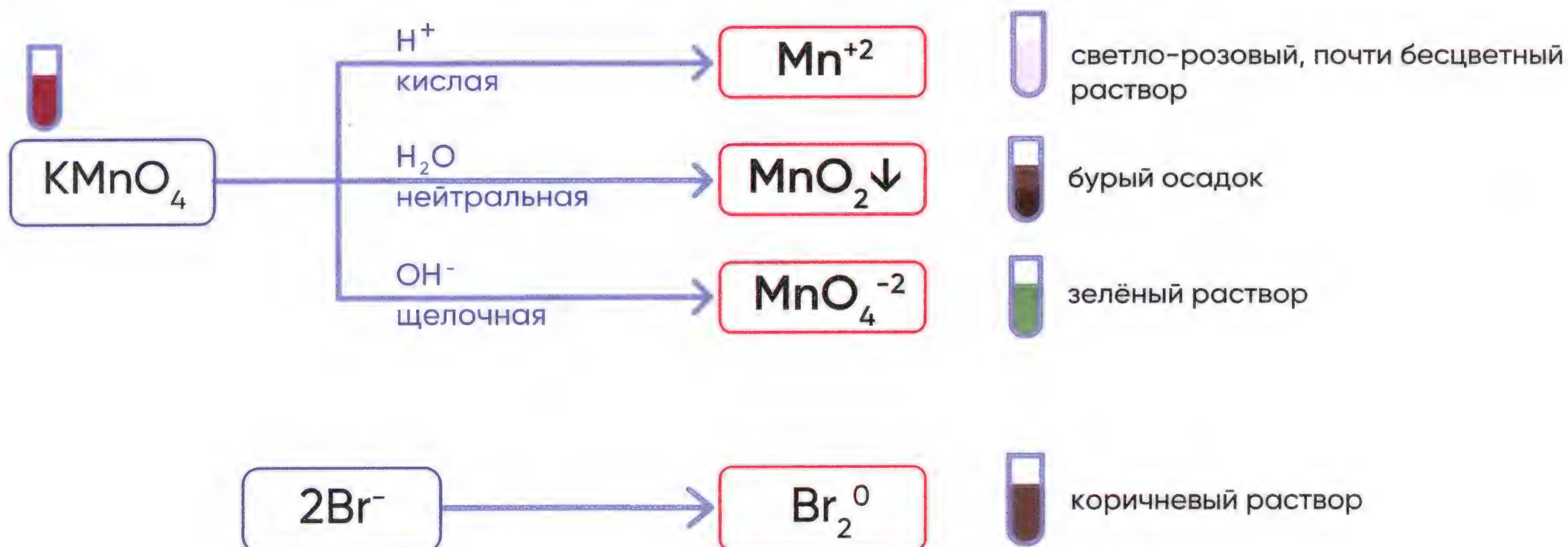
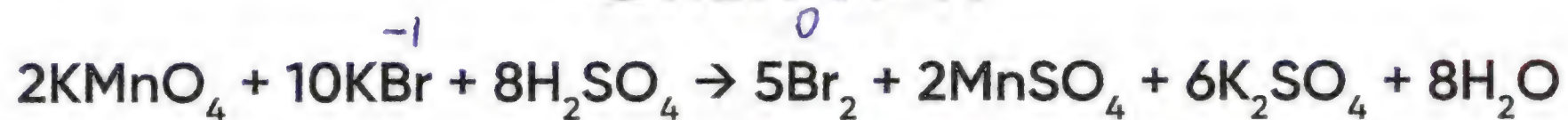
Опыт №9



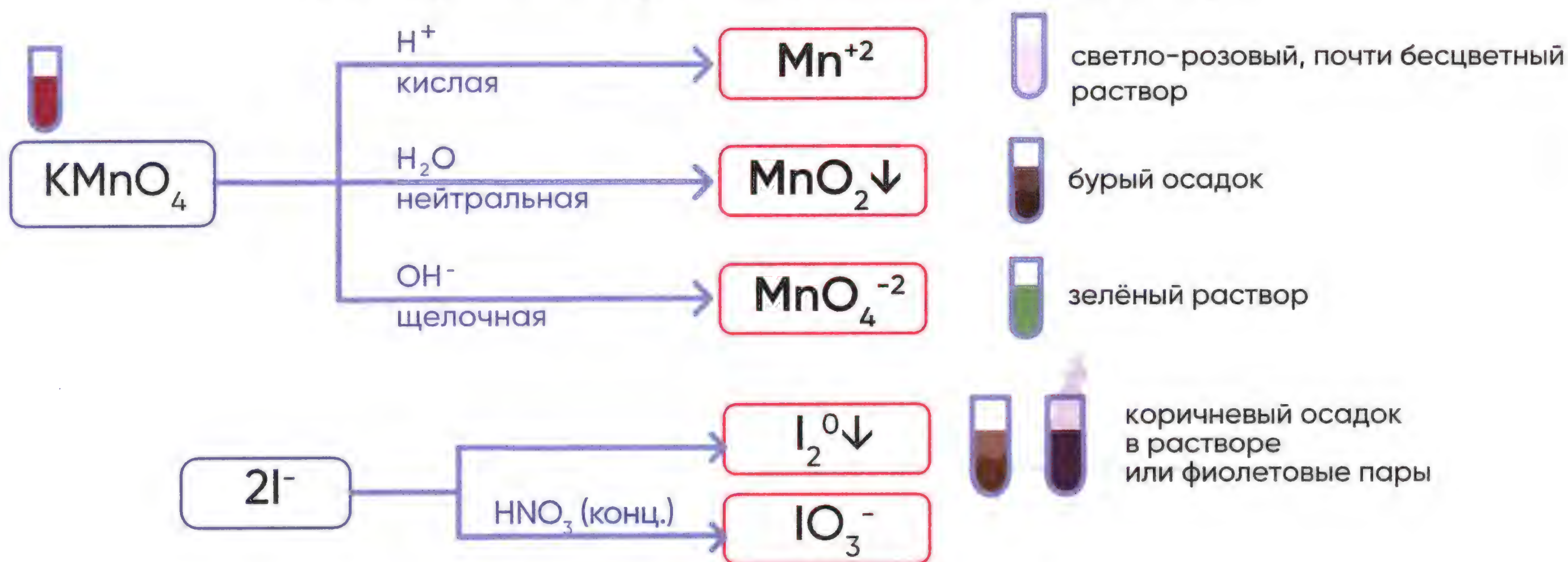
Опыт №10



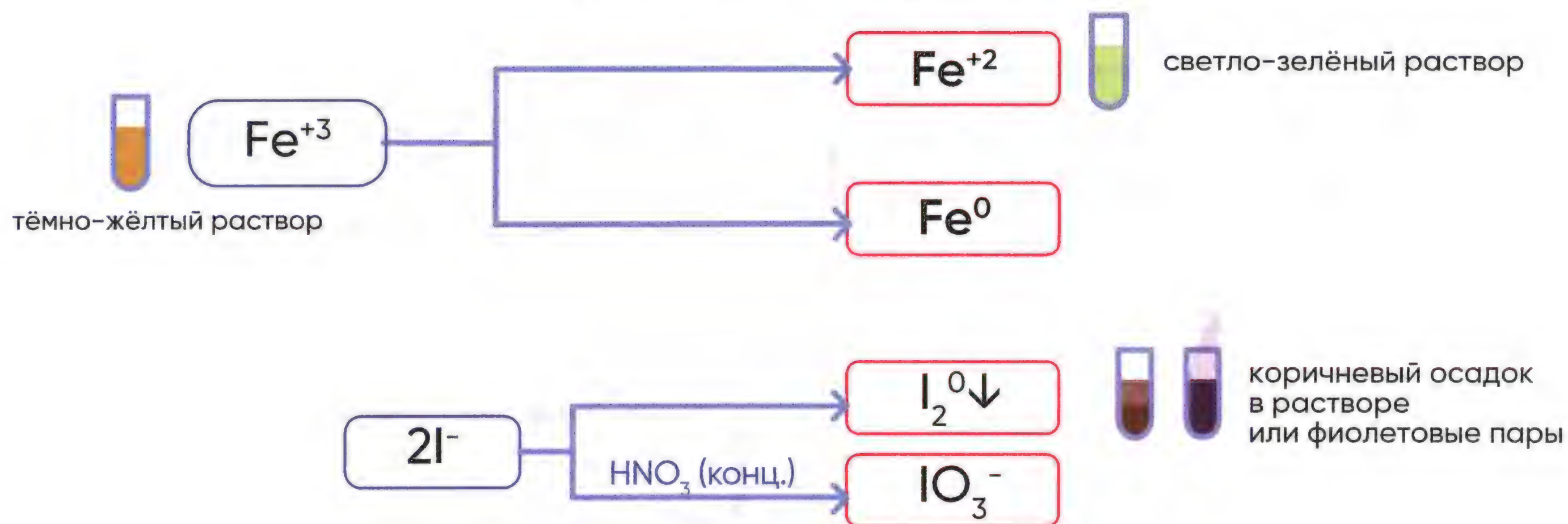
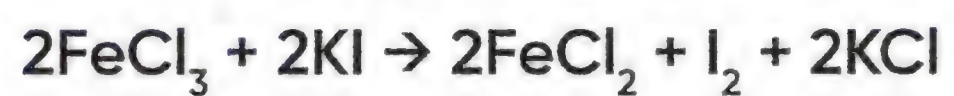
Опыт №11



Опыт №12



Опыт №13

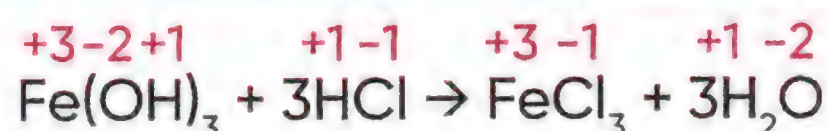


ОВР – схемы, общий подход к написанию реакций

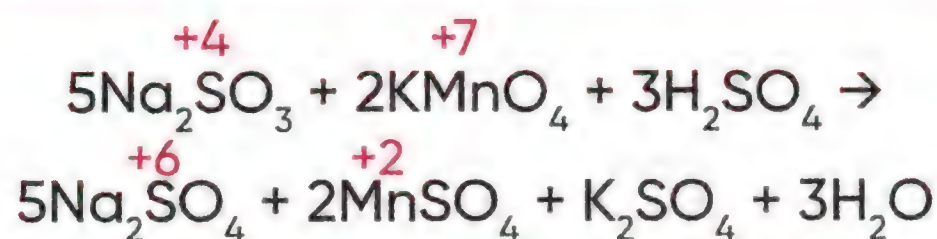
Химические реакции

Реакции в химии

Без изменения степени окисления



Окислительно-восстановительные реакции

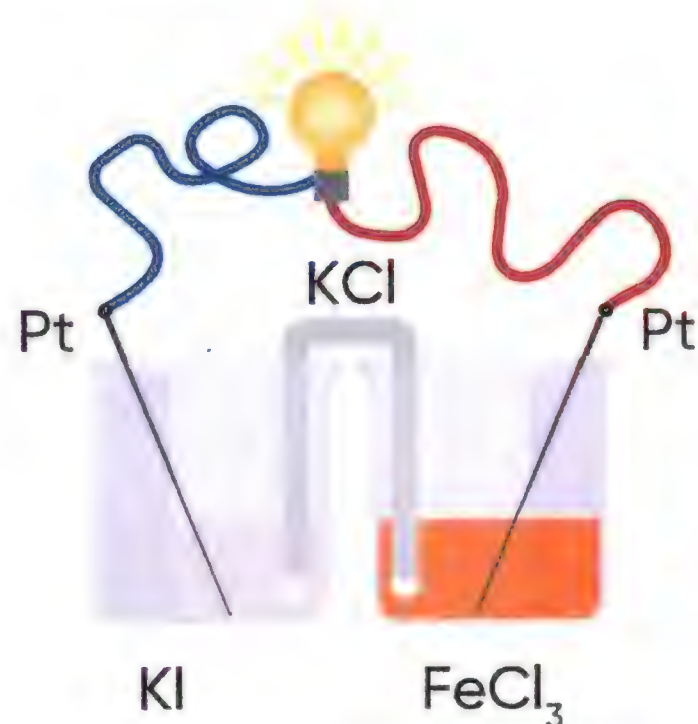
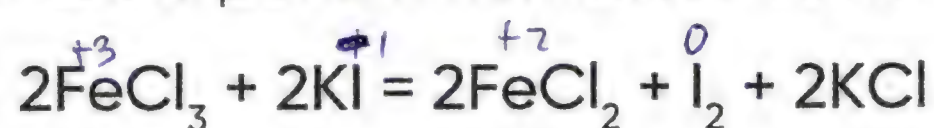


KMnO_4 – окислитель
 Na_2SO_3 – восстановитель

Окислительно-восстановительные реакции

Восстановитель – отдаёт электроны и повышает свою степень окисления.

Окислитель – принимает электроны и понижает свою степень окисления.



Гальванический элемент

Типичные окислители

- Соли: KMnO_4 , K_2MnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 , KClO_3 , KClO_2 , KClO , соли Fe(III)
- Кислоты: $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$, HNO_3 , HClO_3 , HClO_2 , HClO
- Оксиды: Mn_2O_7 , CrO_3 , PbO_2 , MnO_2 , Ag_2O , N_2O , NO , NO_2
- Простые вещества – неметаллы (Cl_2 , Br_2 , O_2)

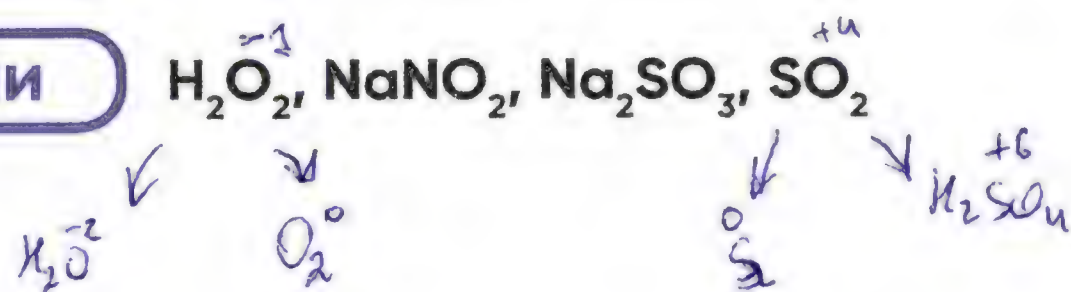
окисляются $\rightarrow$ понижают с.о. (изначально самая высокая с.о.)

Типичные восстановители

- Соли: соли Mn(II) , соли Cr(III) , Cr(II) , соли Fe(II) , KNO_2 , Na_2SO_3 , сульфиды (Na_2S , Ag_2S), иодиды (NaI), бромиды (NaBr), соли $\text{Cu(I)} \rightarrow \text{Cu(II)}$
- Кислоты: H_2S , HI , HBr , $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$
- Оксиды: Cr_2O_3 , CO , FeO , Cu_2O , P_2O_3
- Простые вещества – металлы (Ca , Al , Na и др.), неметаллы (S , P , C)
- Другие соединения, где есть элементы в низшей степени окисления (PH_3 , NH_3)

отдают $\rightarrow$ повышают с.о. (изначально не max с.о.)

И окислители, и восстановители

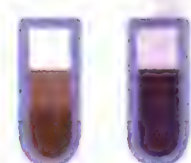
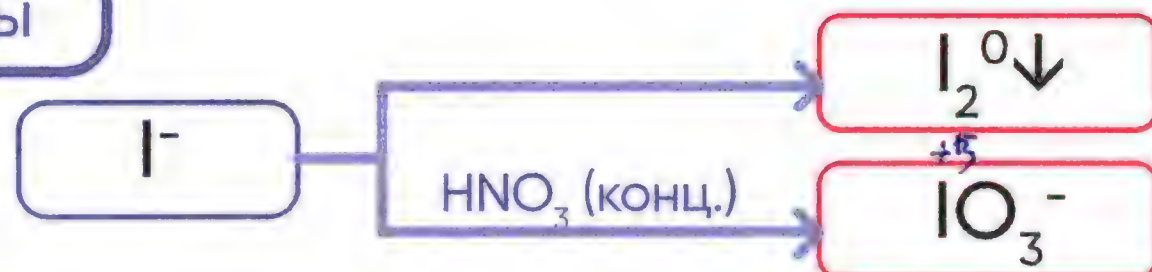
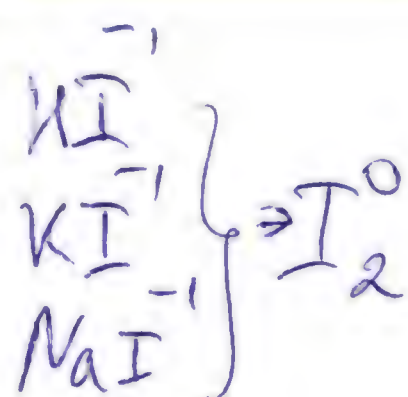


Что значит составить реакцию ОВР?



Важнейшие восстановители

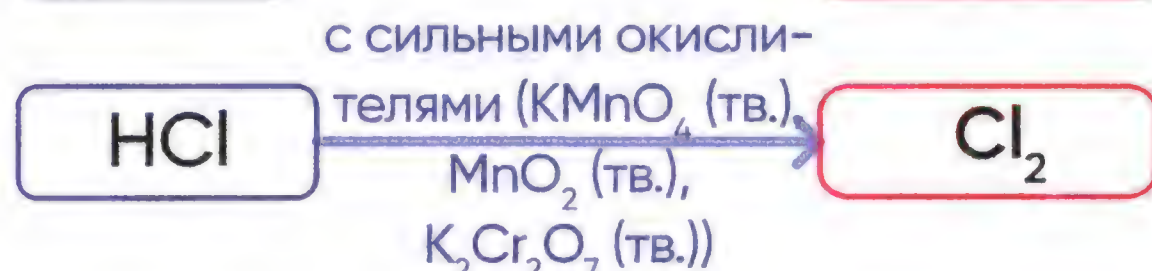
• Галогенид-ионы



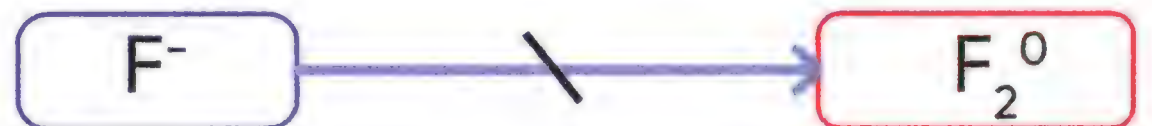
коричневый осадок в растворе или фиолетовые пары



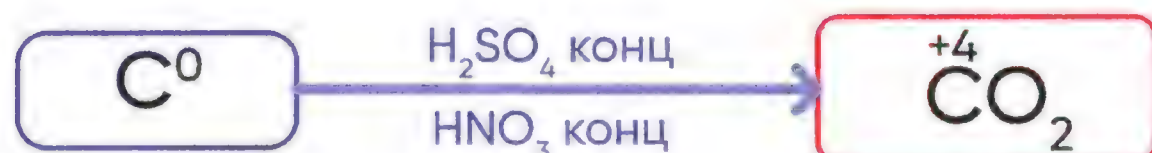
коричневый раствор



жёлто-зелёный газ

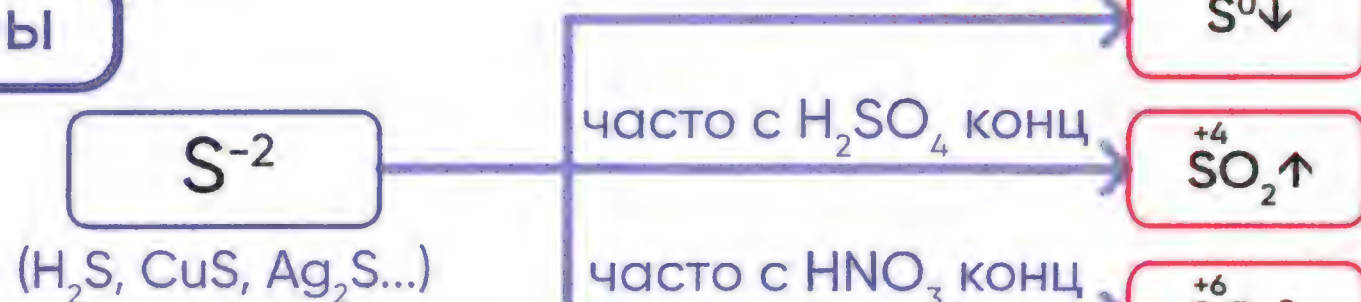


• Углерод



бесцветный газ

• Соединения серы

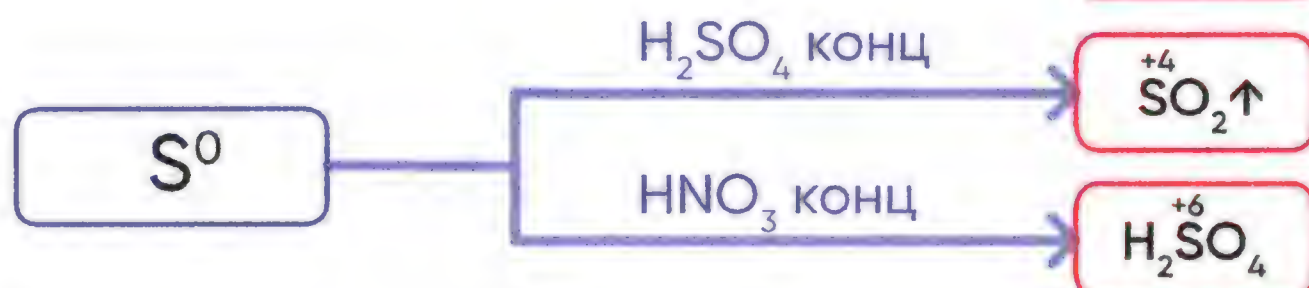


(H₂S, CuS, Ag₂S...)



жёлтый осадок

газ с резким запахом

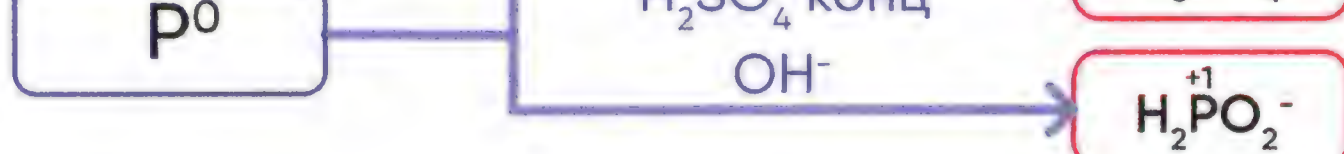
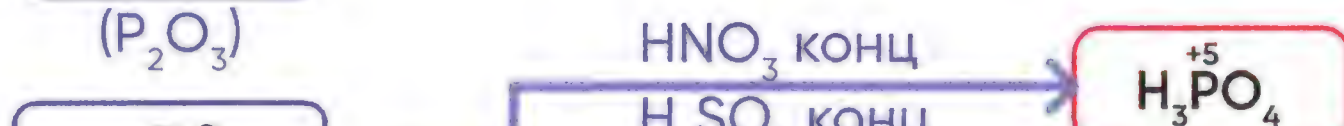
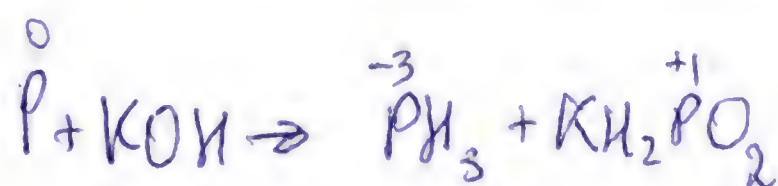


газ с резким запахом

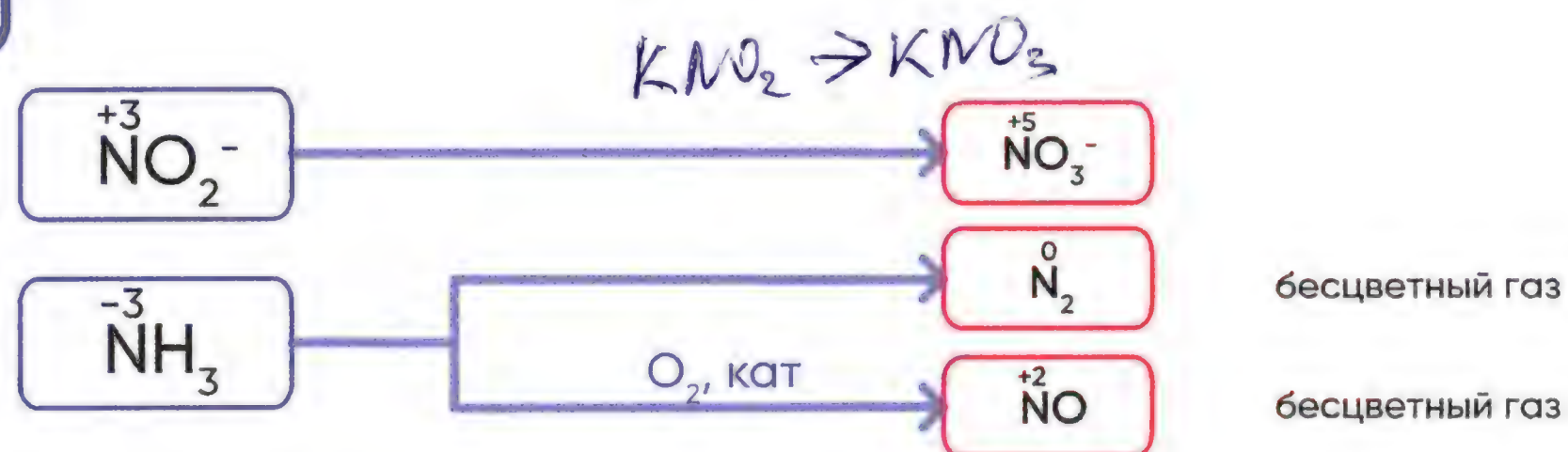


(SO₂, сульфиты)

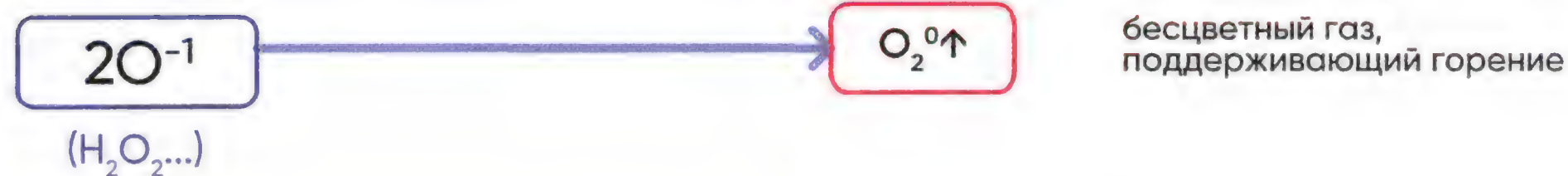
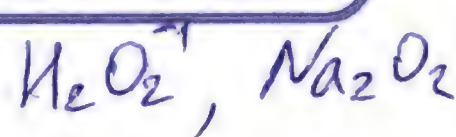
• Соединения фосфора



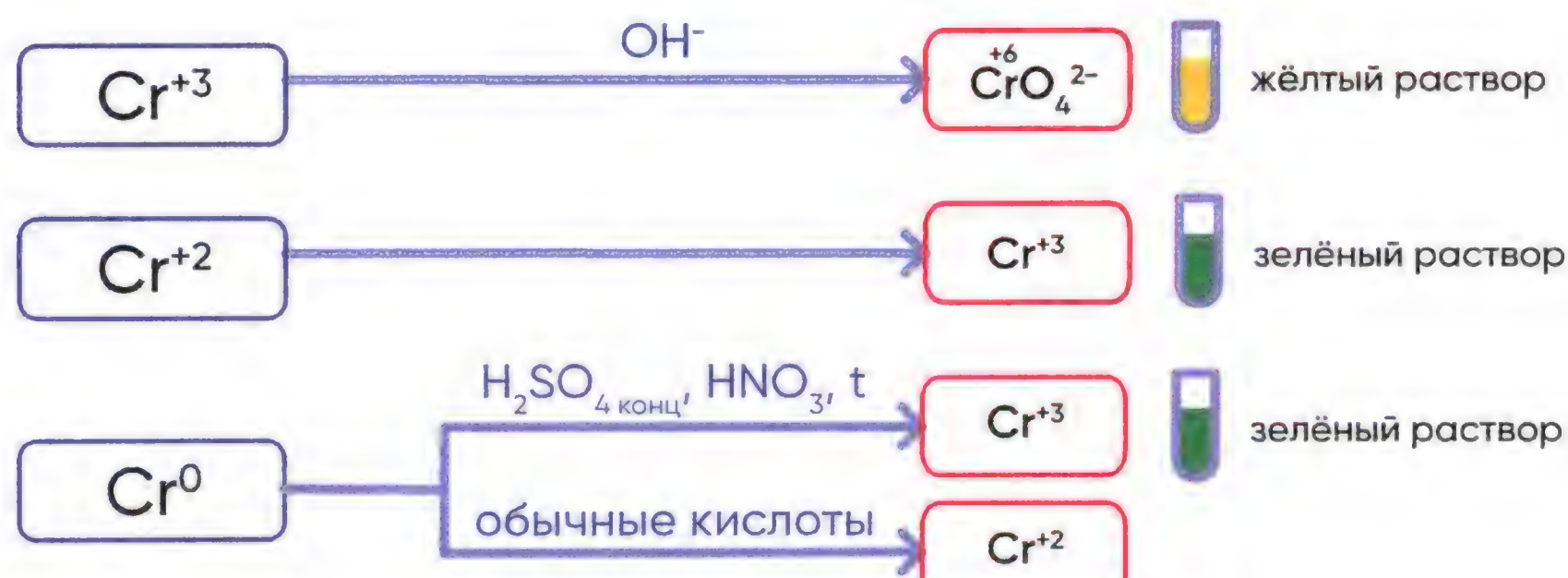
• Соединения азота



• Пероксид-ион



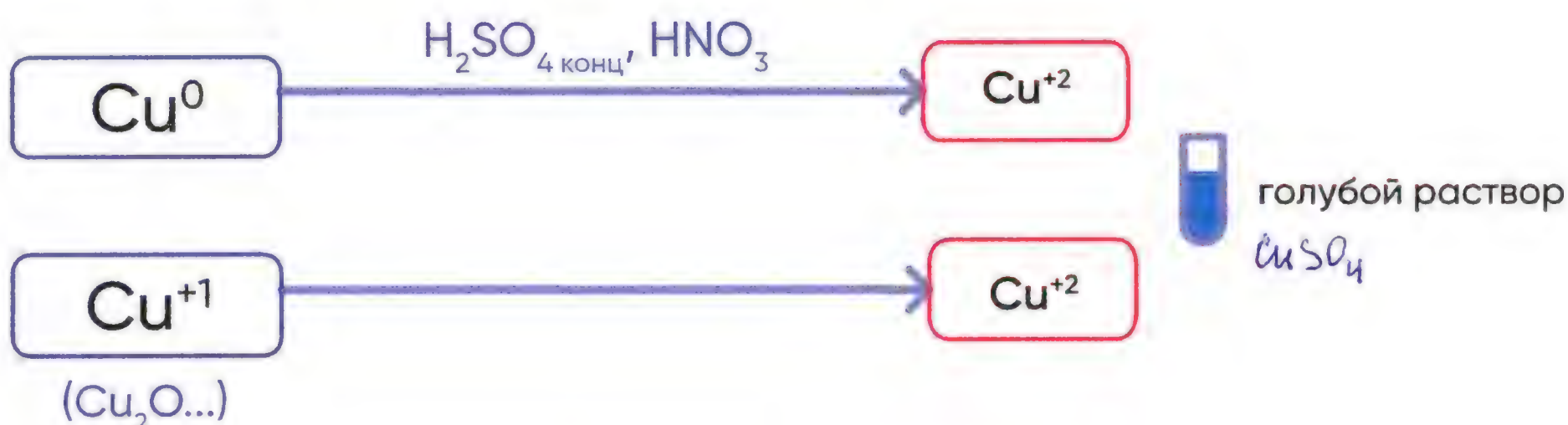
• Cr



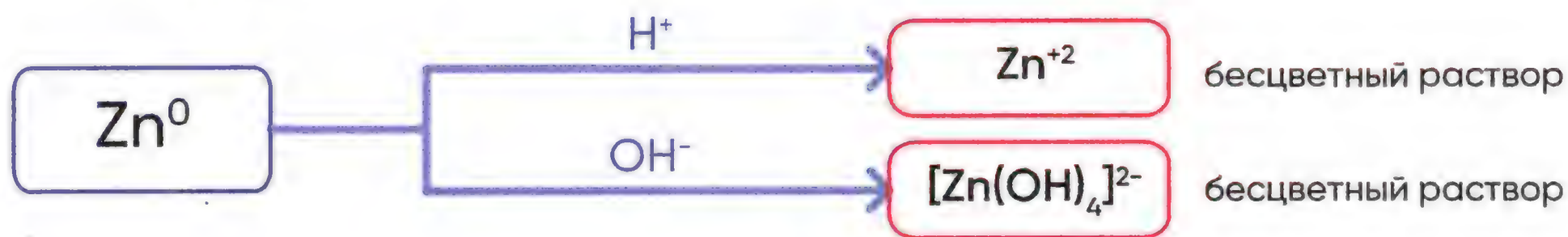
• Fe



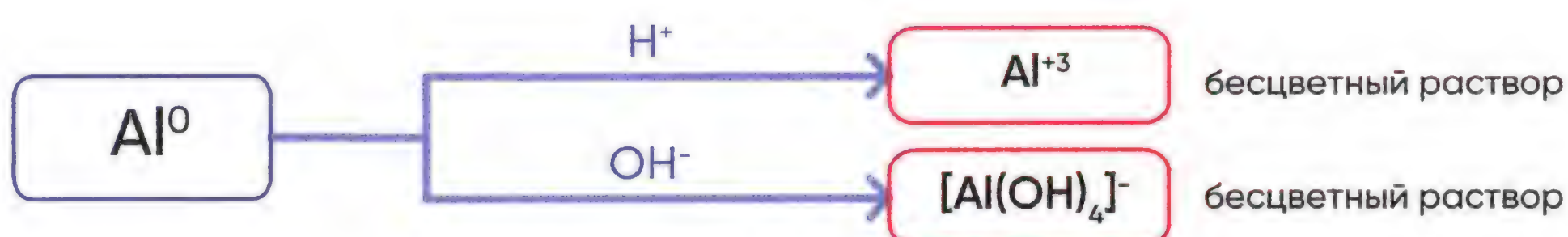
• Cu



• Zn



• Al



Окислители

Концентрированная H_2SO_4 – окислитель



С металлами

H_2SO_4 (конц.) – окислитель			
	Активные Me (до Al)	Me средней активности (до Pb)	Неактивные Me (после H)
Разбавленная H_2SO_4	$Me + H_2SO_{4(p)} \longrightarrow \text{соль} + H_2 \uparrow$		<u>не реагируют</u>
Концентриро- ванная H_2SO_4	$Me + H_2\overset{+6}{S}\overset{-2}{O}_4 \longrightarrow$ соль + $H_2\overset{-2}{S} + H_2O$	$Me + H_2\overset{+6}{S}\overset{0}{O}_4 \longrightarrow$ соль + $\overset{0}{S} + H_2O$	$Me + H_2\overset{+6}{S}\overset{+4}{O}_4 \longrightarrow$ соль + $\overset{+4}{S}O_2 + H_2O$

* **Cr, Al, Fe** пассивируются в холодной концентрированной H_2SO_4 , HNO_3
Нужно нагреть! t

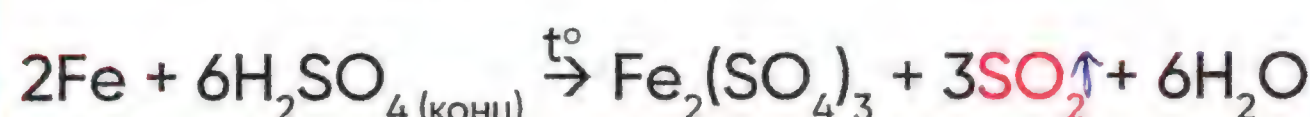
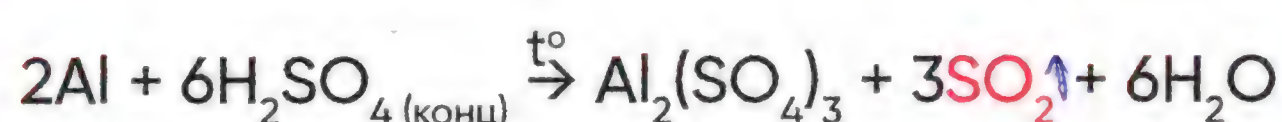
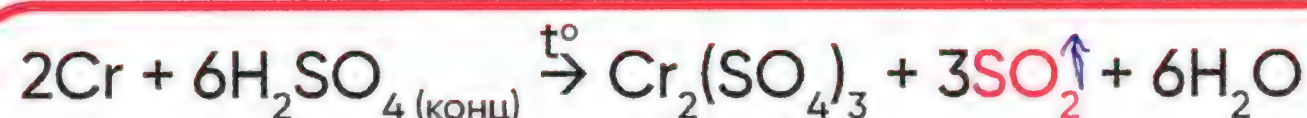
* **Au, Pt** не реагируют с H_2SO_4

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

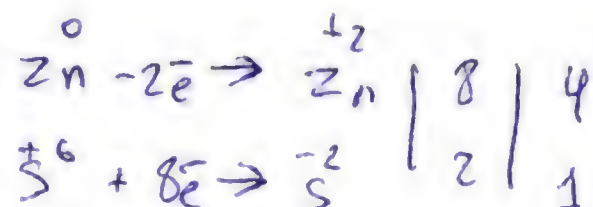
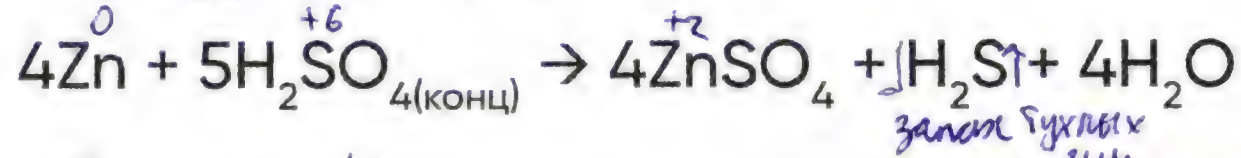
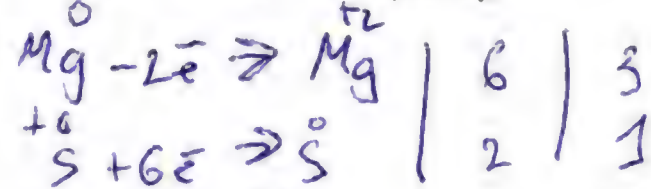
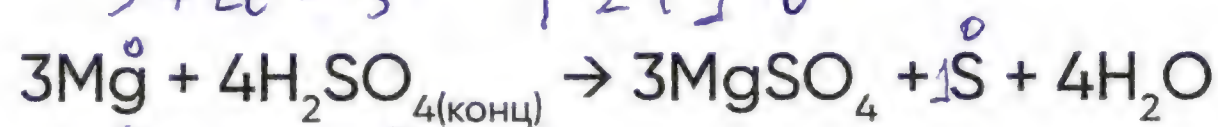
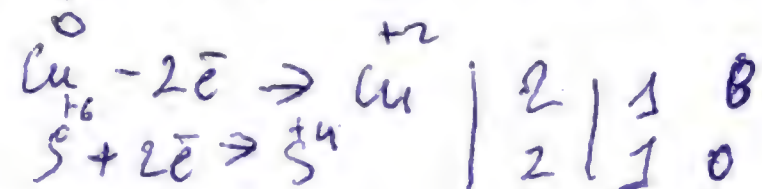
Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	(H ₂)	Sb	Bi	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
активность металлов уменьшается →																									

* **Cr, Al, Fe** пассивируются в холодной концентрированной H_2SO_4
Нужно нагреть!

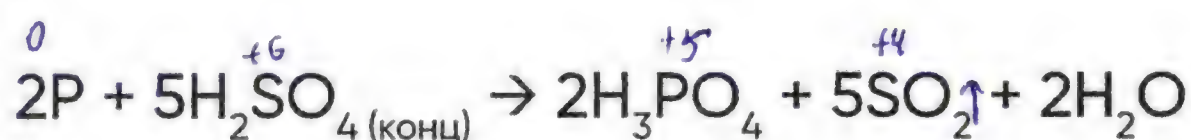
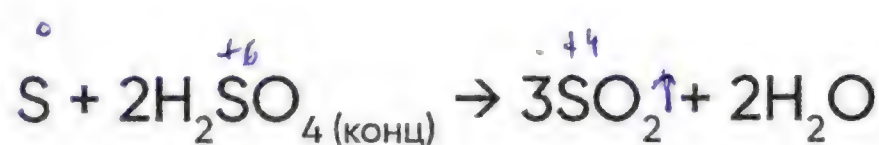
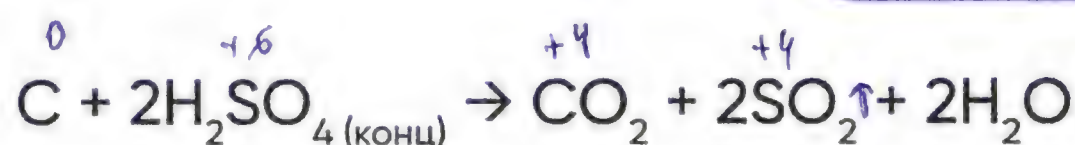
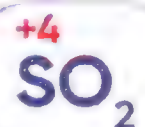
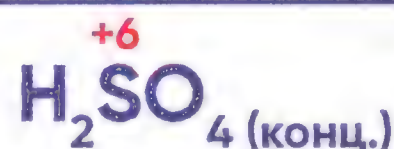
Только с горячей $H_2SO_{4(конц.)}$!



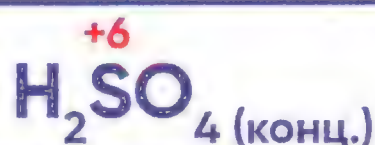
Метод электронного баланса



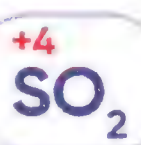
С неметаллами



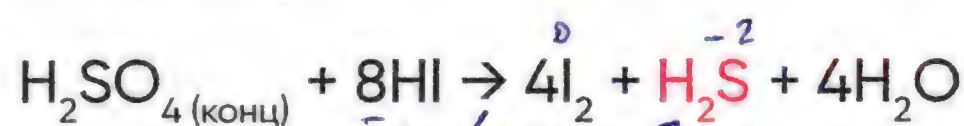
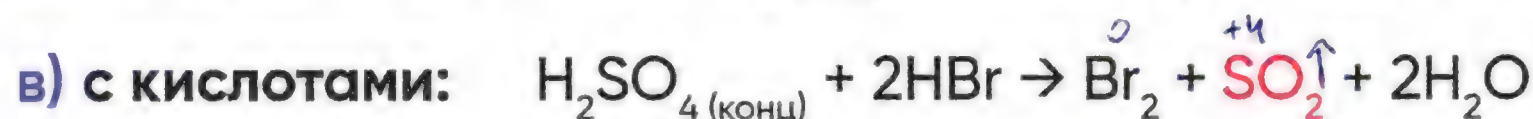
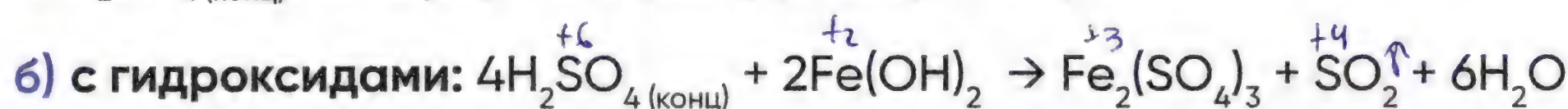
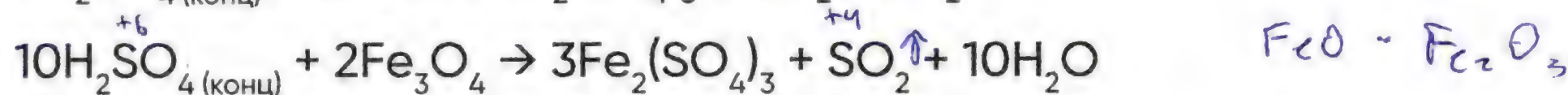
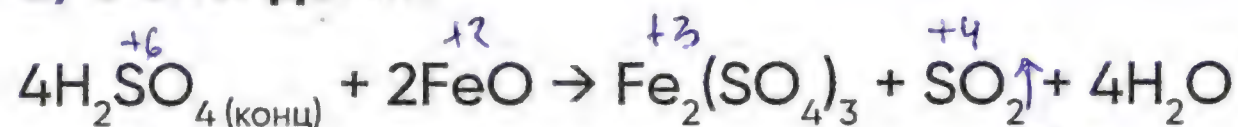
Со сложными веществами



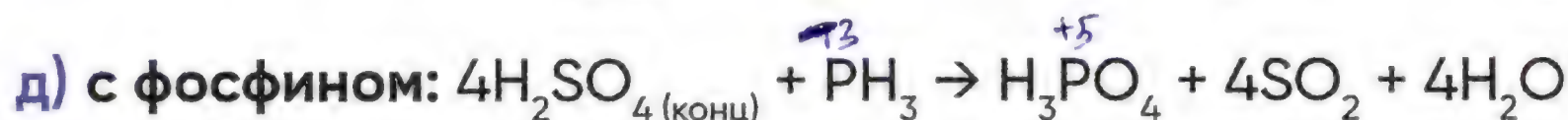
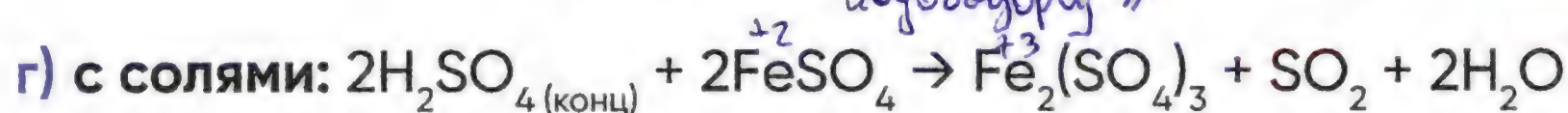
чаще
всего



а) с оксидами:



Обратите внимание!



Азотная кислота – окислитель



Увеличение концентрации кислоты →

← Увеличение активности восстановителя

С металлами

Me + HNO ₃ (азотная кислота)			
	Активные Me (до Al)	Me средней активности (до Pb)	Неактивные Me (после H)
Очень разбавленная HNO ₃	Me + HNO _{3(p)} → соль + NH₄NO₃ + H ₂ O	Me + HNO _{3(p)} → соль + NH₄NO₃ + H ₂ O	—
Разбавленная HNO ₃	Me + HNO _{3(p)} → соль + N₂ + H ₂ O	Me + HNO _{3(p)} → соль + NO + H ₂ O	Me + HNO _{3(p)} → соль + NO + H ₂ O
Концентриро- ванная HNO ₃	Me + HNO _{3(к)} → соль + N₂O + H ₂ O	Me + HNO _{3(к)} → соль + NO₂ + H ₂ O	Me + HNO _{3(к)} → соль + NO₂ + H ₂ O

* **Cr, Al, Fe** пассивируются в холодной концентрированной HNO₃

Нужно нагреть!

* **Au, Pt** не реагируют с HNO₃

Их можно растворить в **царской водке!**

(Царская водка – смесь азотной и соляной кислоты в соотношении 1:3 (HNO₃ : 3HCl))

Растворяет: Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Ir

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →

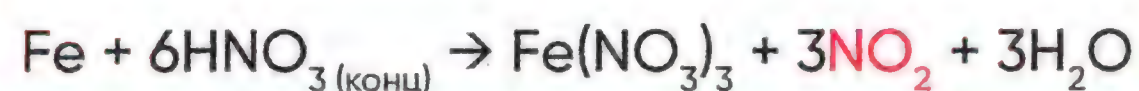
активность металлов уменьшается

С металлами

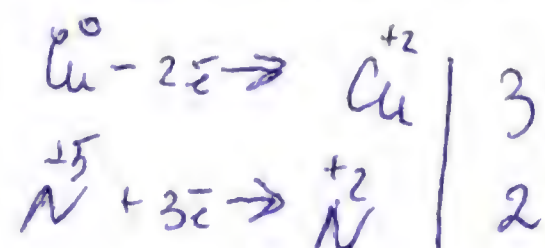
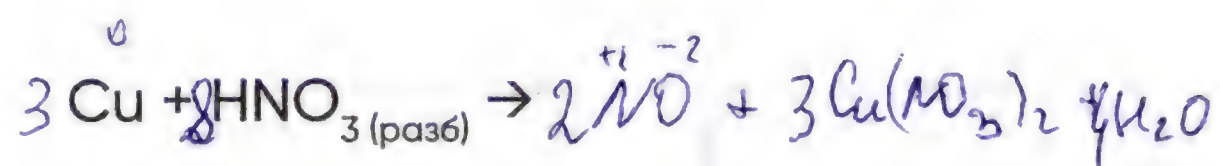
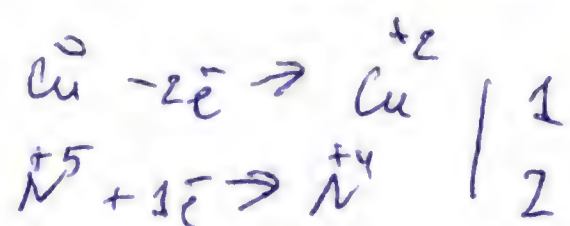
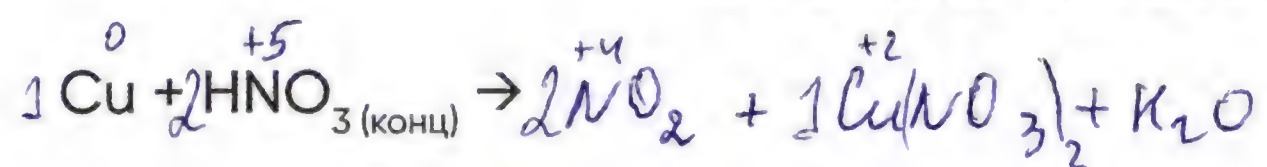
* **Cr, Al, Fe** пассивируются в холодной концентрированной HNO₃

Нужно нагреть!

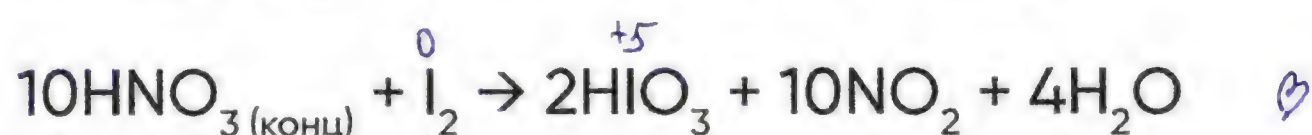
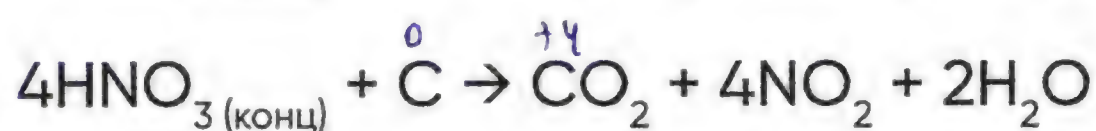
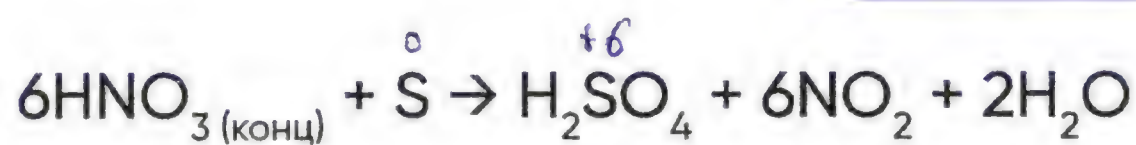
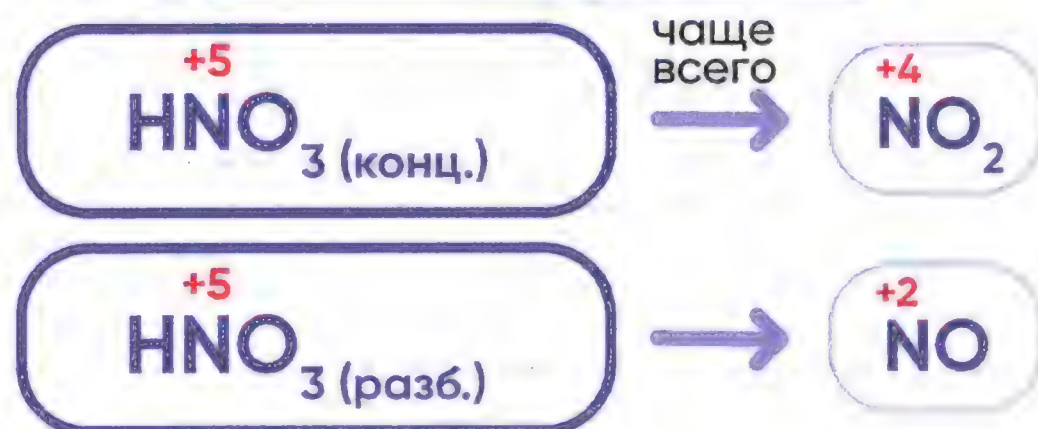
Только с горячей HNO_{3(конц)}!



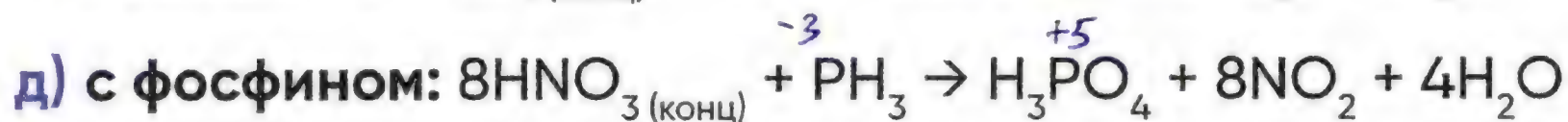
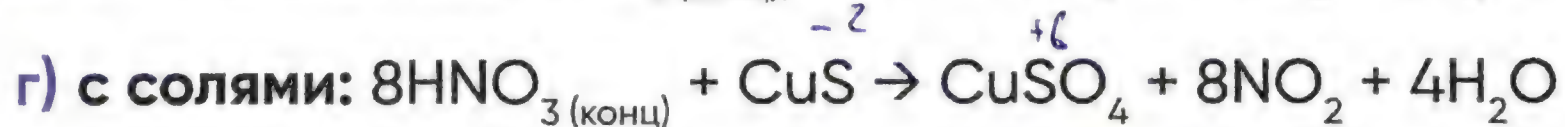
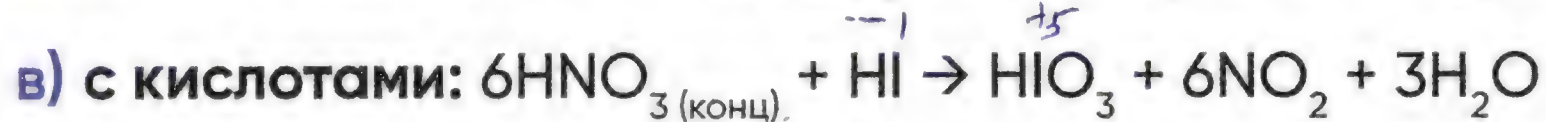
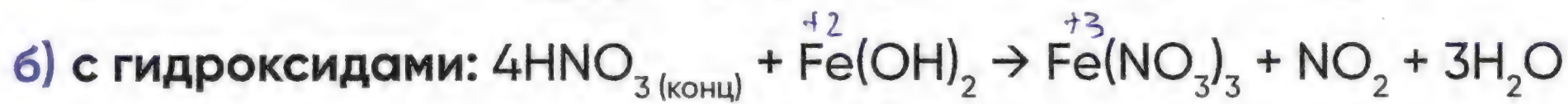
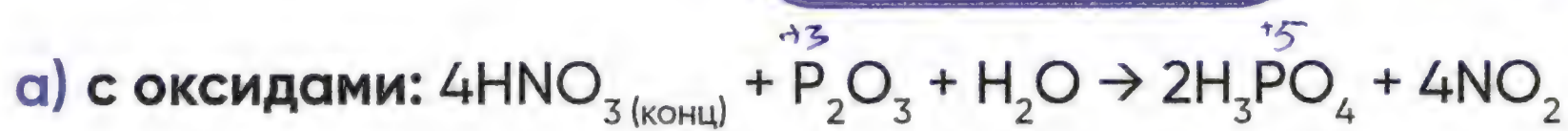
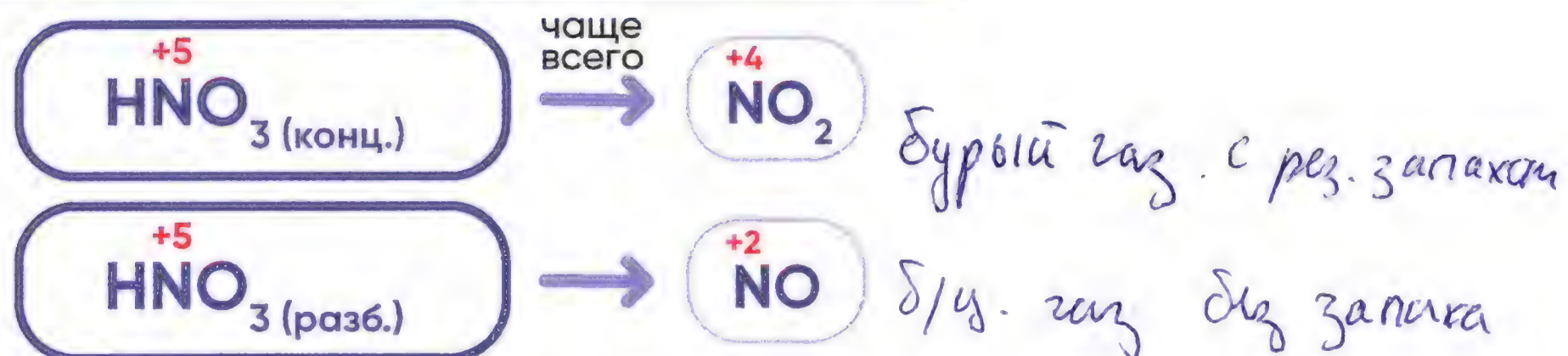
Метод электронного баланса



С неметаллами



Со сложными веществами

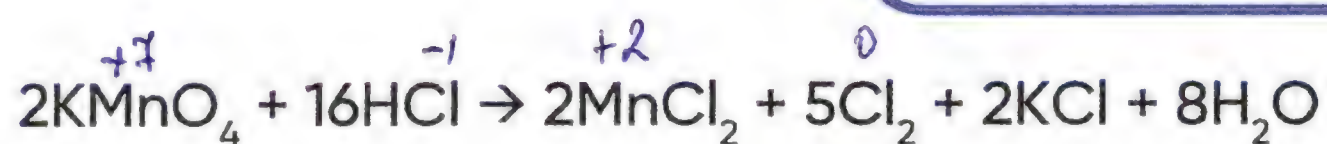


Соединения марганца

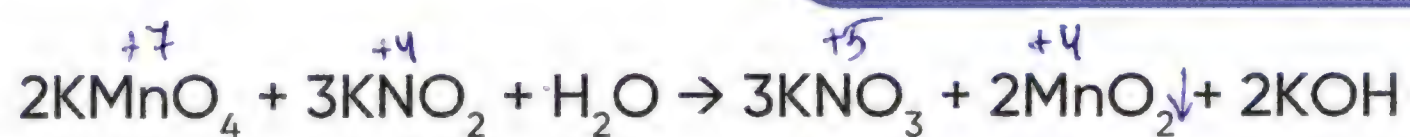
KMnO₄ – окислитель



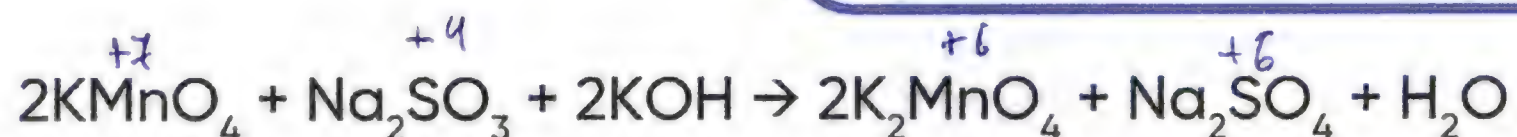
MnO₄⁻ – в кислой среде



MnO₄⁻ – в нейтральной среде

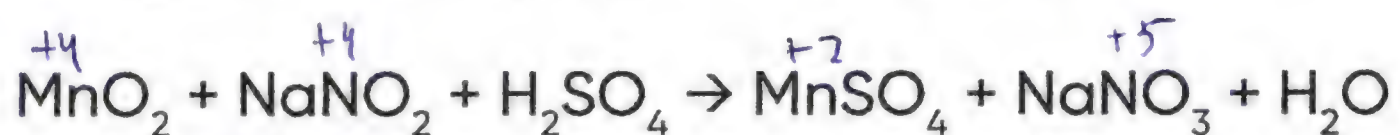
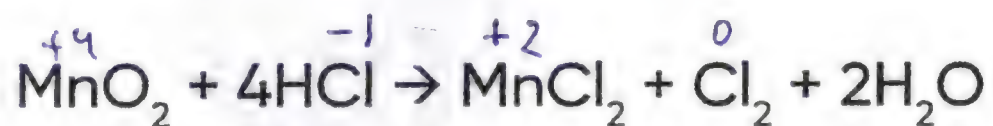


MnO₄⁻ – в щелочной среде



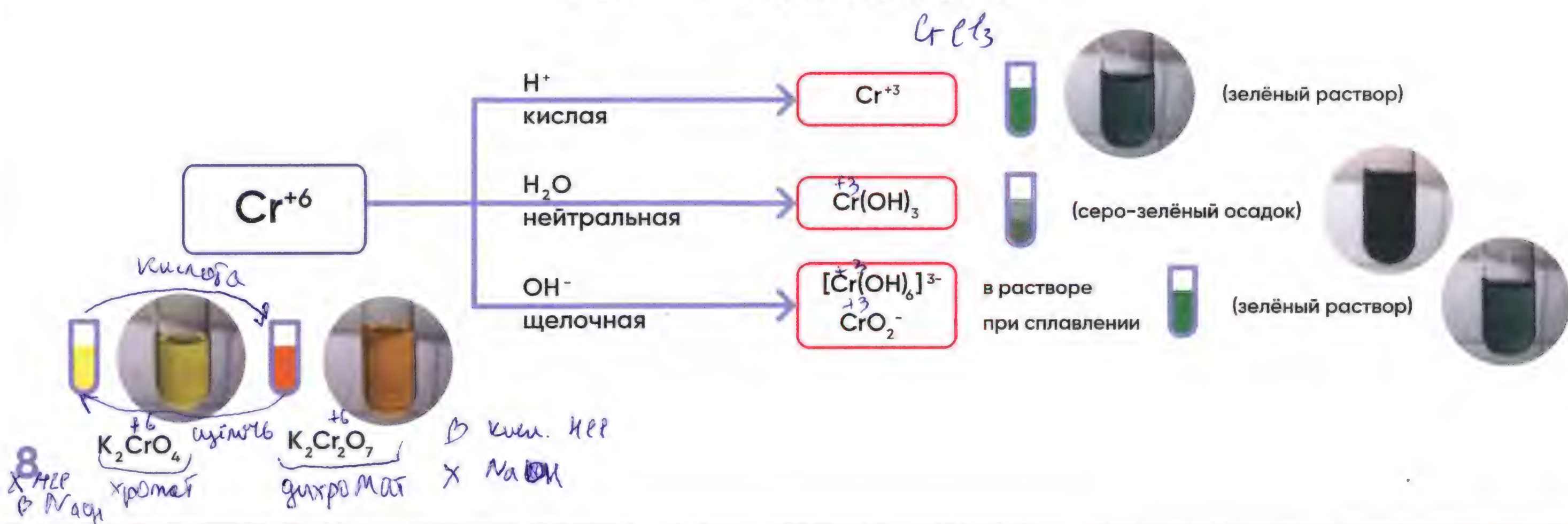
MnO₂ – окислитель

чаще всего в кислой среде



Соединения хрома

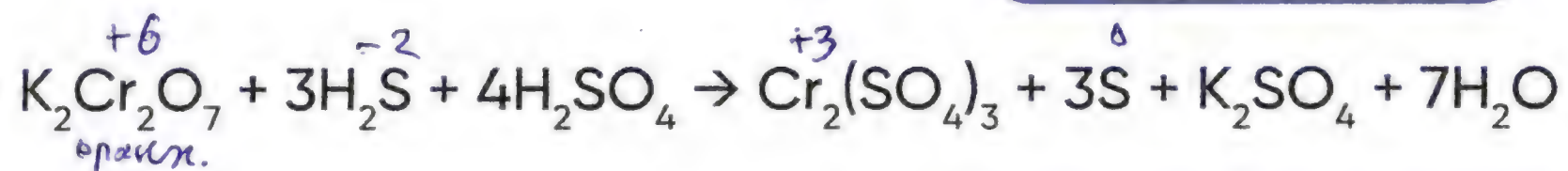
Cr⁺⁶ – окислитель



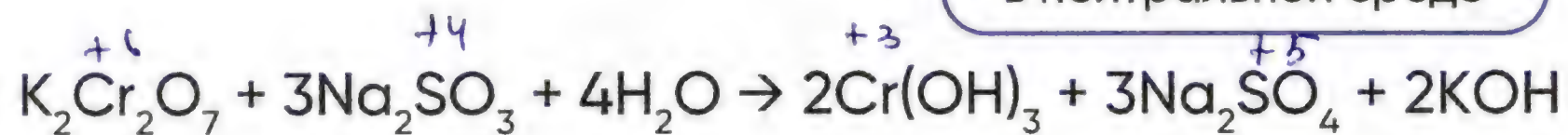
Cr⁺⁶ – окислитель

в кислой среде

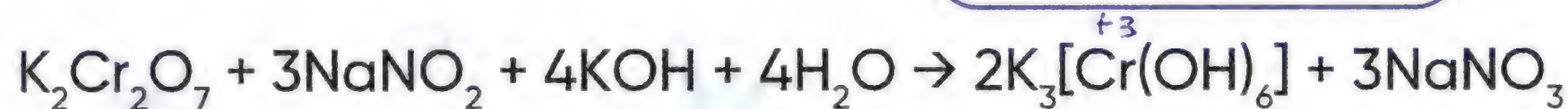
ОВР H₂S - кистр. (слаб газ.)
KMnO₄ + H₂S



в нейтральной среде

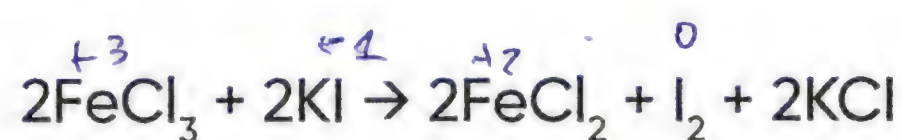


в щелочной среде

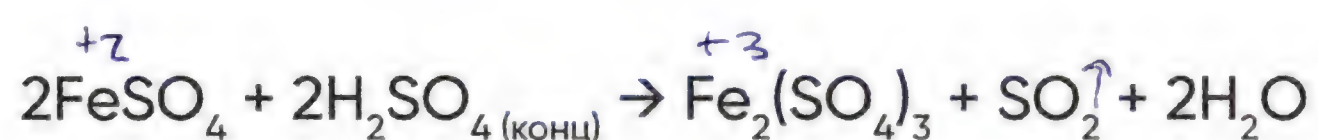


Соединения железа

Fe⁺³ – окислитель



Fe⁺² – восстановитель



Соединения меди Медь и её соединения

CuSO₄, CuCl₂



голубой р-р
Cu⁺²



Cu –
золотисто-розовый



⁺¹
Cu₂O – красный



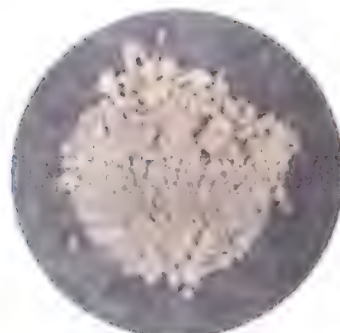
CuCl – белый

*н
в*



CuI – белый

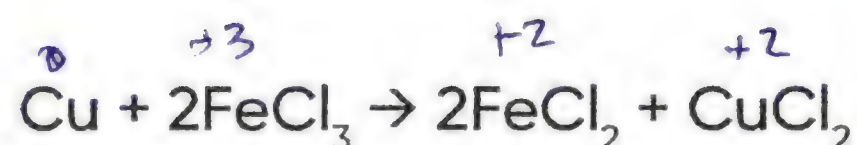
*н
в*



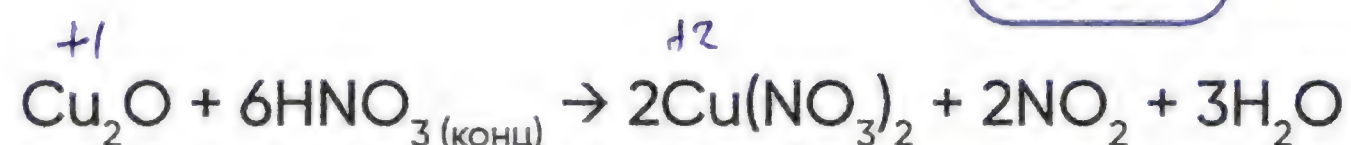
⁺²
CuO – черный



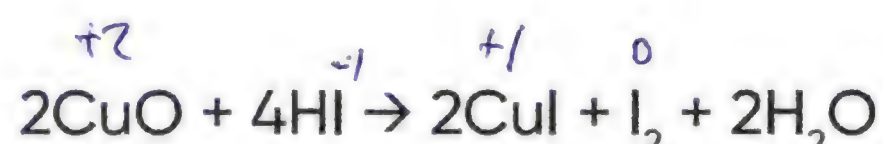
Cu⁰ – восстановитель



Cu⁺¹ – восстановитель

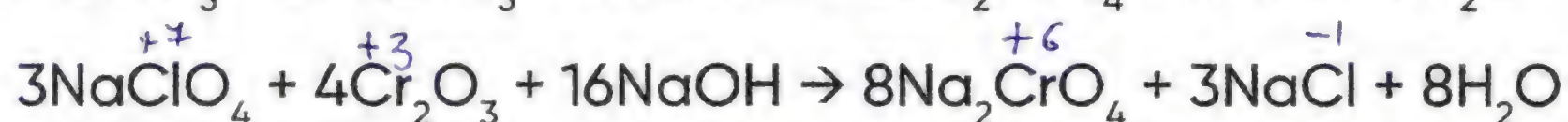
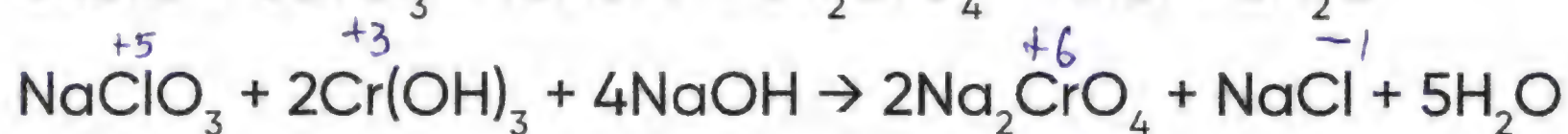
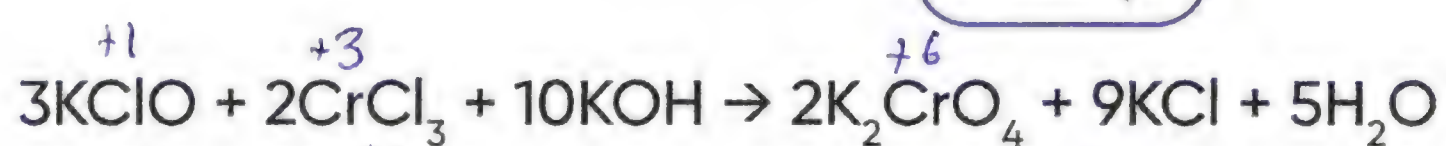
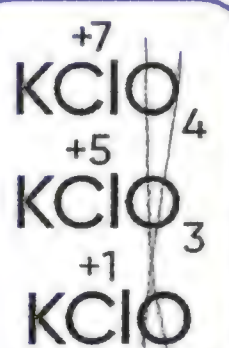


Cu⁺² – окислитель



Галогены

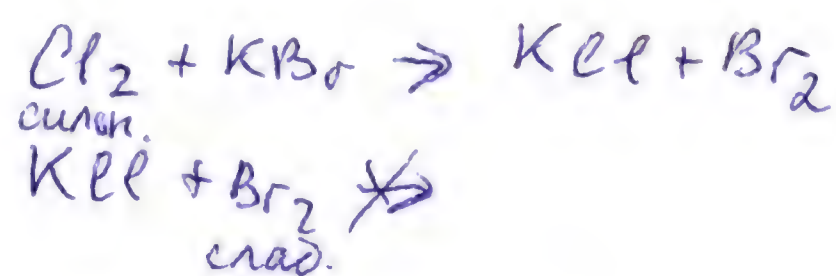
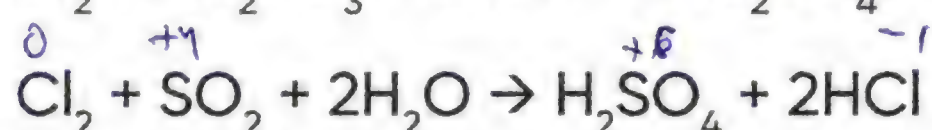
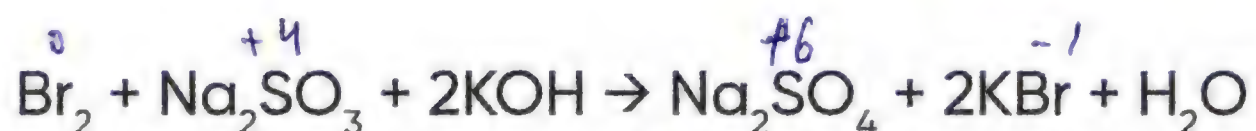
KClO₄, KClO₃ и KClO – сильные окислители



Cl₂ и Br₂ как окислители



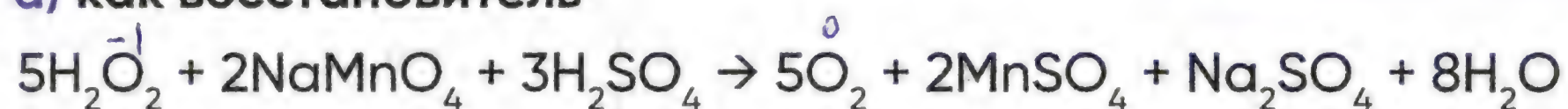
Хлор более сильный окислитель, бром немного слабее



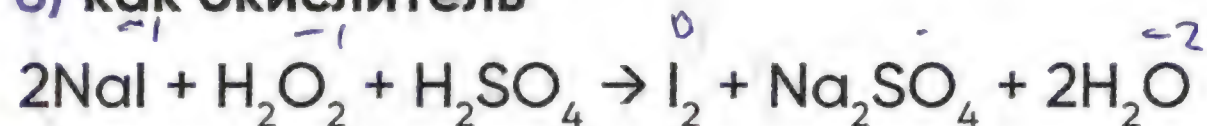
Пероксид водорода – окислитель и восстановитель



а) как восстановитель



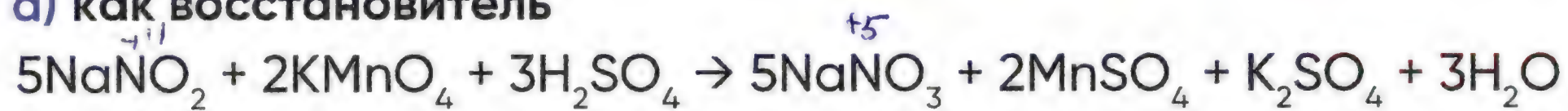
б) как окислитель



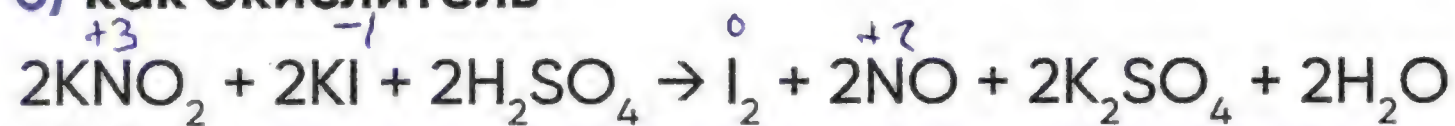
Нитриты – окислители и восстановители



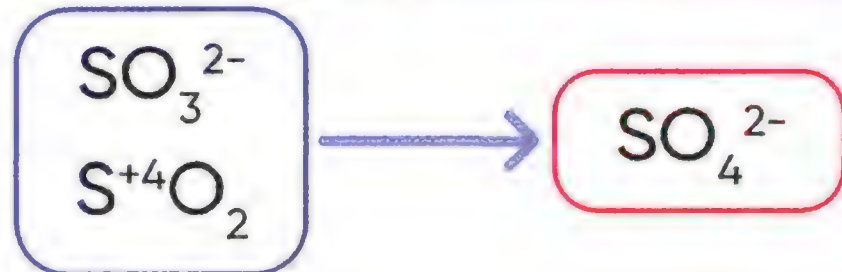
а) как восстановитель



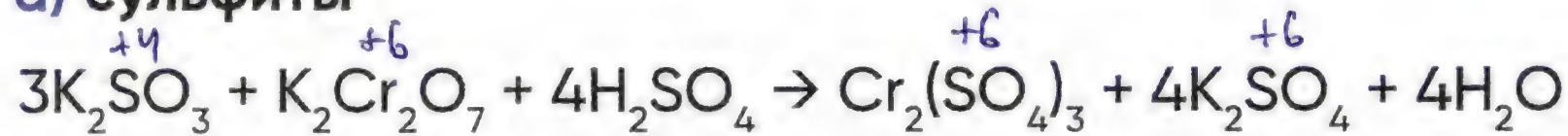
б) как окислитель



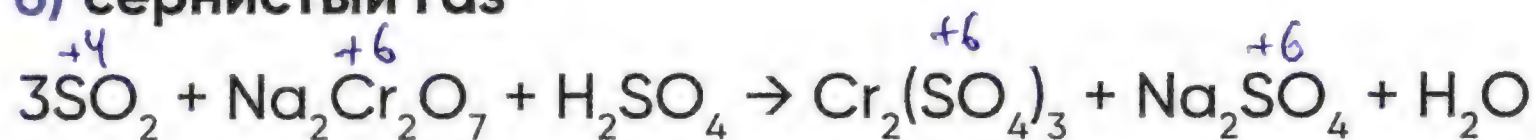
Сульфиты и сернистый газ – чаще всего восстановители



а) сульфиты



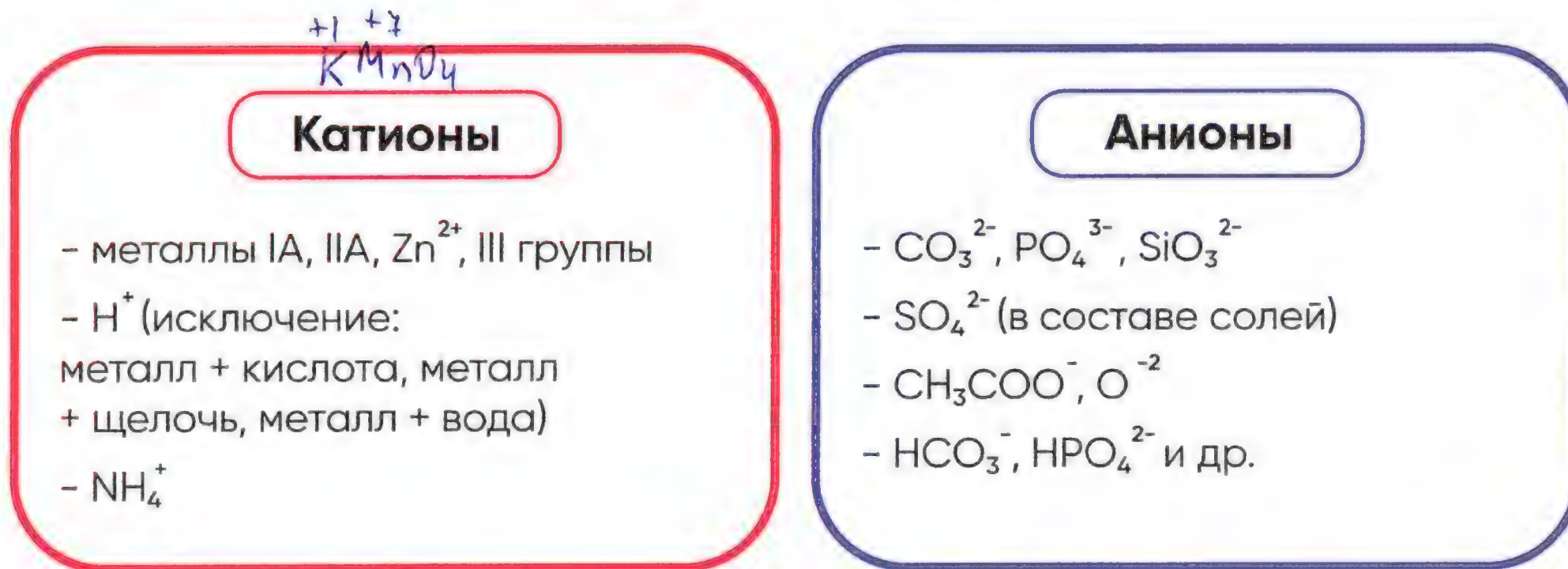
б) сернистый газ



Правила вывода продуктов ОВР

1. Определить элементы, которые способны изменять свою степень окисления, подписать степени окисления этих элементов

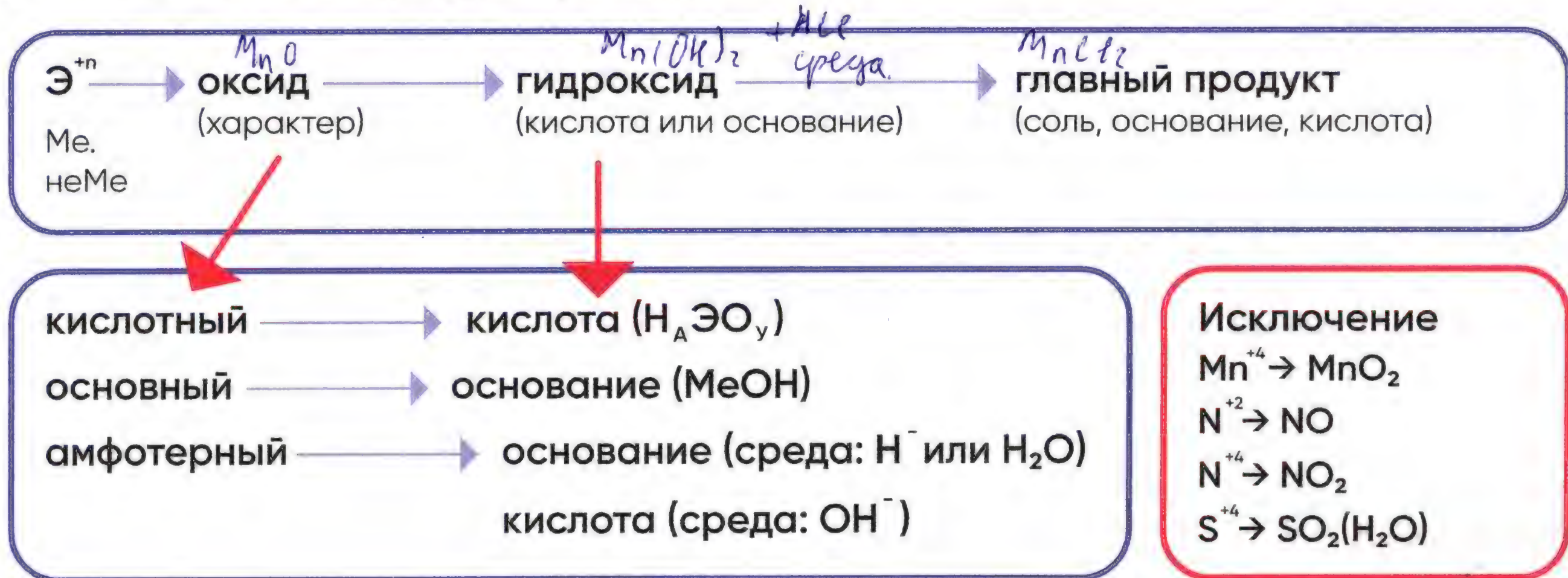
Ионы, которые **обычно не принимают участия** в ОВР:

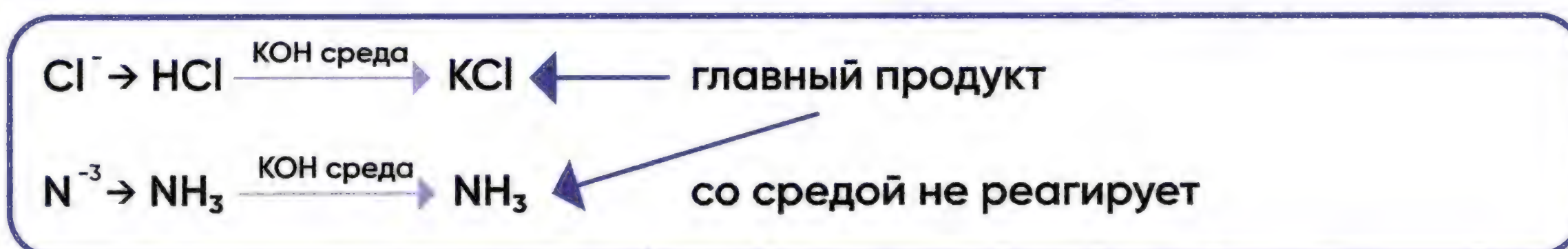
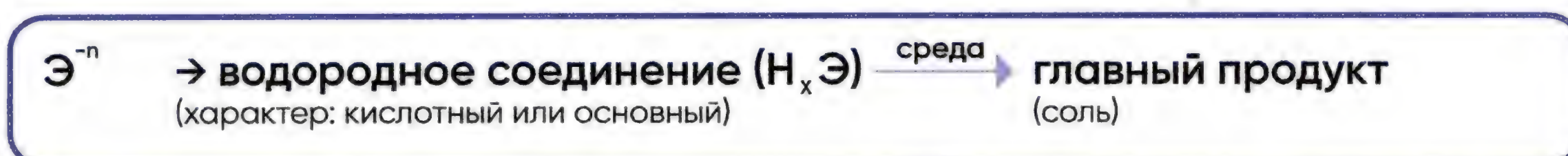
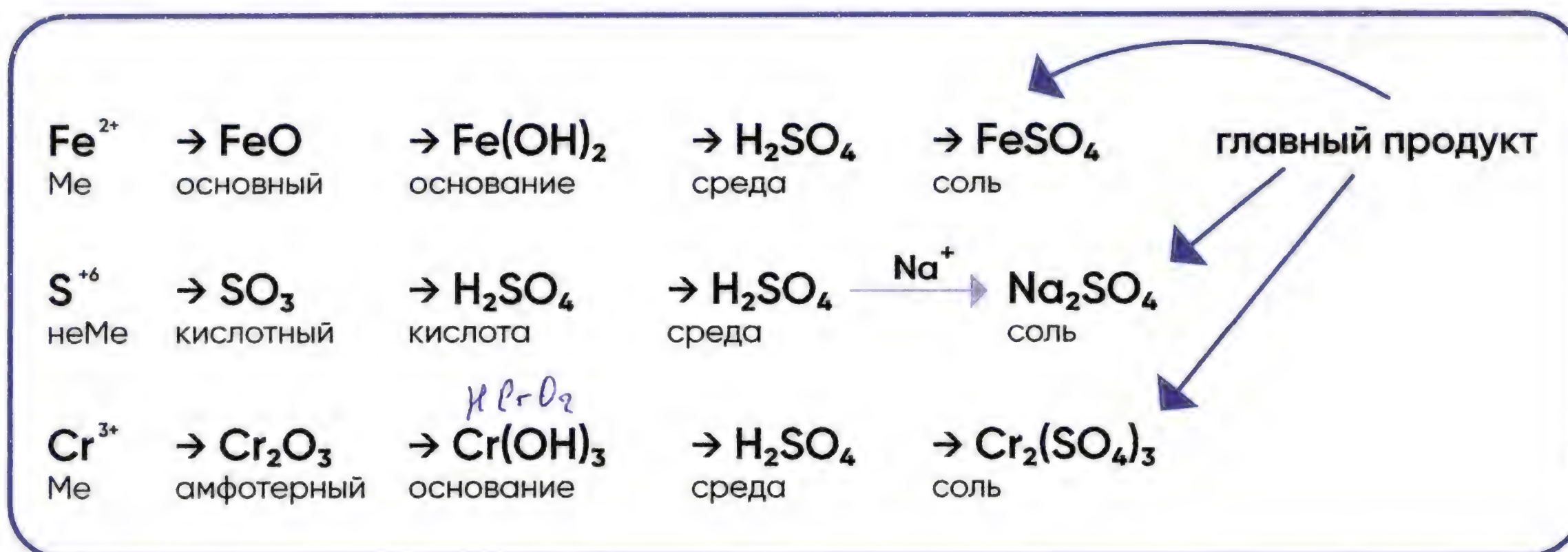


2. Определить новые степени окисления атомов, пользуясь схемами, которые даны выше

3. Составить схему электронного баланса

4. Вывести главные продукты реакции:





5. Для вывода формул остальных продуктов реакции следует объединить оставшиеся ионы исходных веществ друг с другом или с ионами среды в формулы

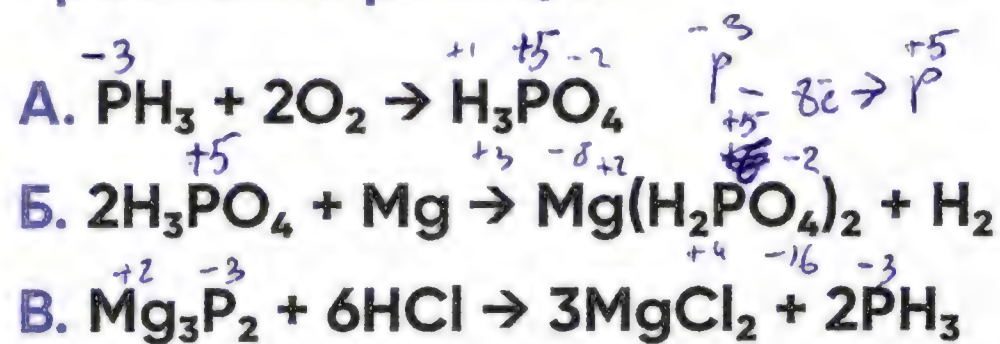
6. Расставить коэффициенты в уравнении реакции:

- по схеме электронного баланса
- катионы Me^{n+} (NH_4^+), анионы кислотных остатков
- катионы H^+

Задание 1 (18 КИМ)

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента фосфора в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Уравнение реакции



Ответ:

А	Б	В
2	4	4

Свойство фосфора

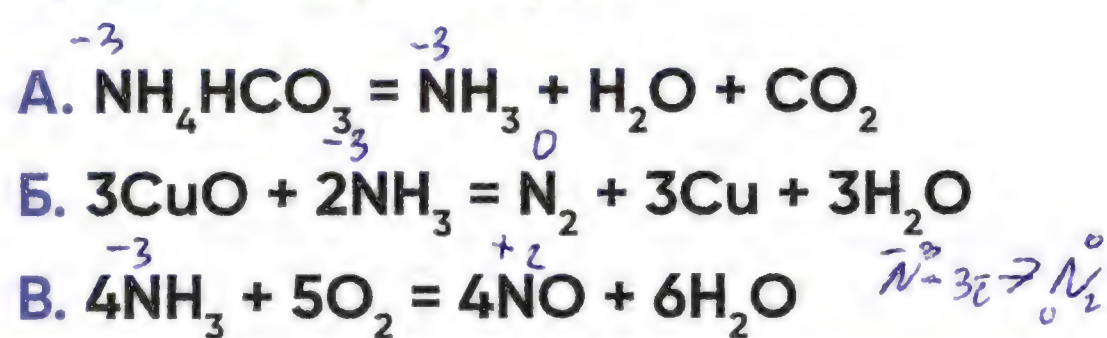
1. только окислитель
2. только восстановитель
3. и окислитель, и восстановитель
4. не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Задание 2 (18 КИМ)

Демо-версия ЕГЭ 2022

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента азота, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Уравнение реакции



Ответ:

А	Б	В
4	2	2

Окислительно-восстановительные свойства азота

1. является только окислителем
2. является только восстановителем
3. является и окислителем, и восстановителем
4. не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Задание 3 (27 КИМ)

Для выполнения задания 30 используйте следующий перечень веществ:

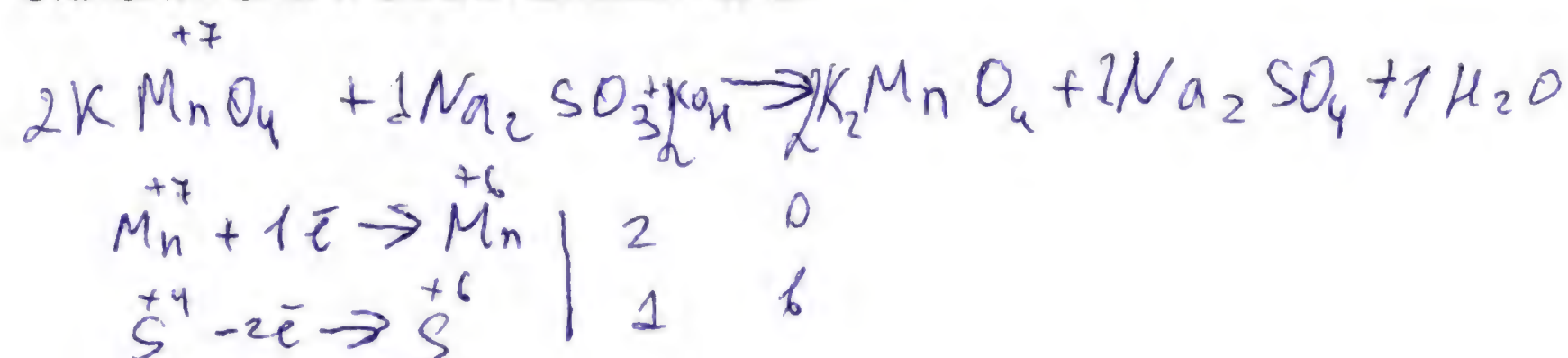
Демо-версия ЕГЭ 2022

1. перманганат калия KMnO_4 (10)
 2. гидрокарбонат натрия NaHCO_3
 3. сульфит натрия Na_2SO_3 (10/8)
 4. сульфат бария BaSO_4
 5. гидроксид калия KOH
 6. пероксид водорода H_2O_2 (10/8)

Допустимо использование водных растворов веществ.

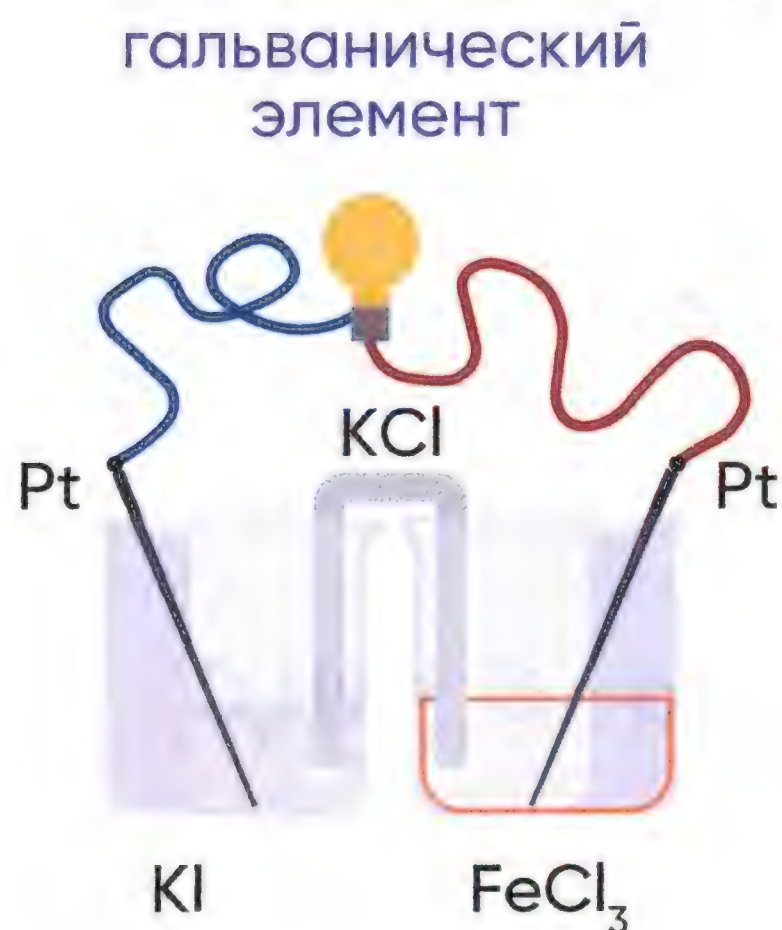
Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается.

В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

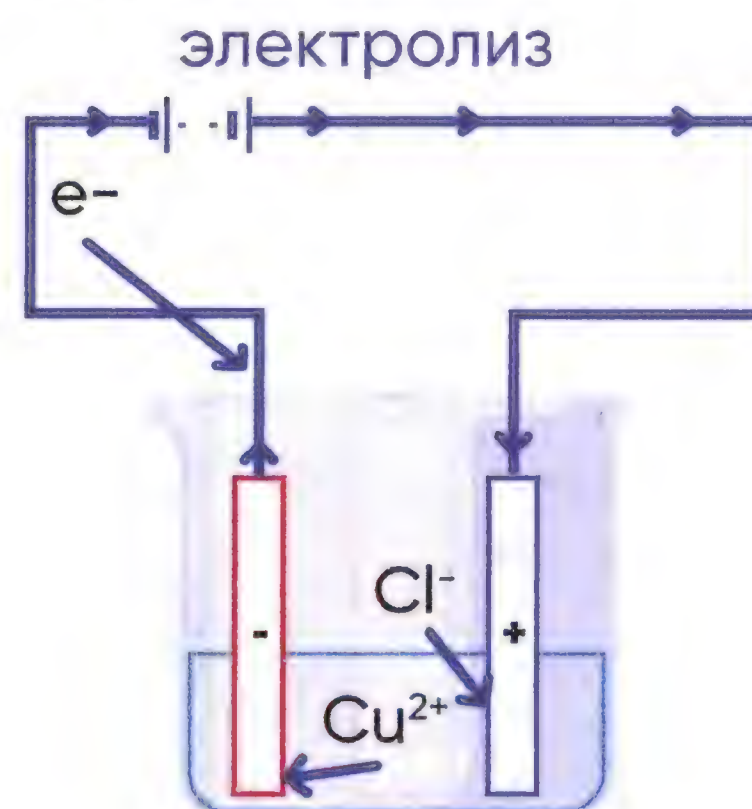


Электролиз

Что такое электролиз?



химическая энергия → электрическая энергия



Катод: $\text{Cu}^{2+}_{(\text{водн})} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}^0_{(\text{тв})}$

Анод: $2\text{Cl}^{-}_{(\text{водн})} - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0_{(\text{г})}$

электрическая энергия → химическая энергия

Электролиз — это окислительно-восстановительный процесс.

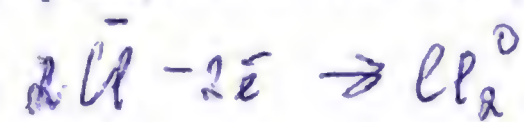
Электролиз — процесс образования новых веществ при действии электрического тока на расплав или раствор электролита.



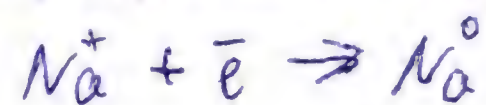
Электролиз расплавов

Электролиз расплавов солей

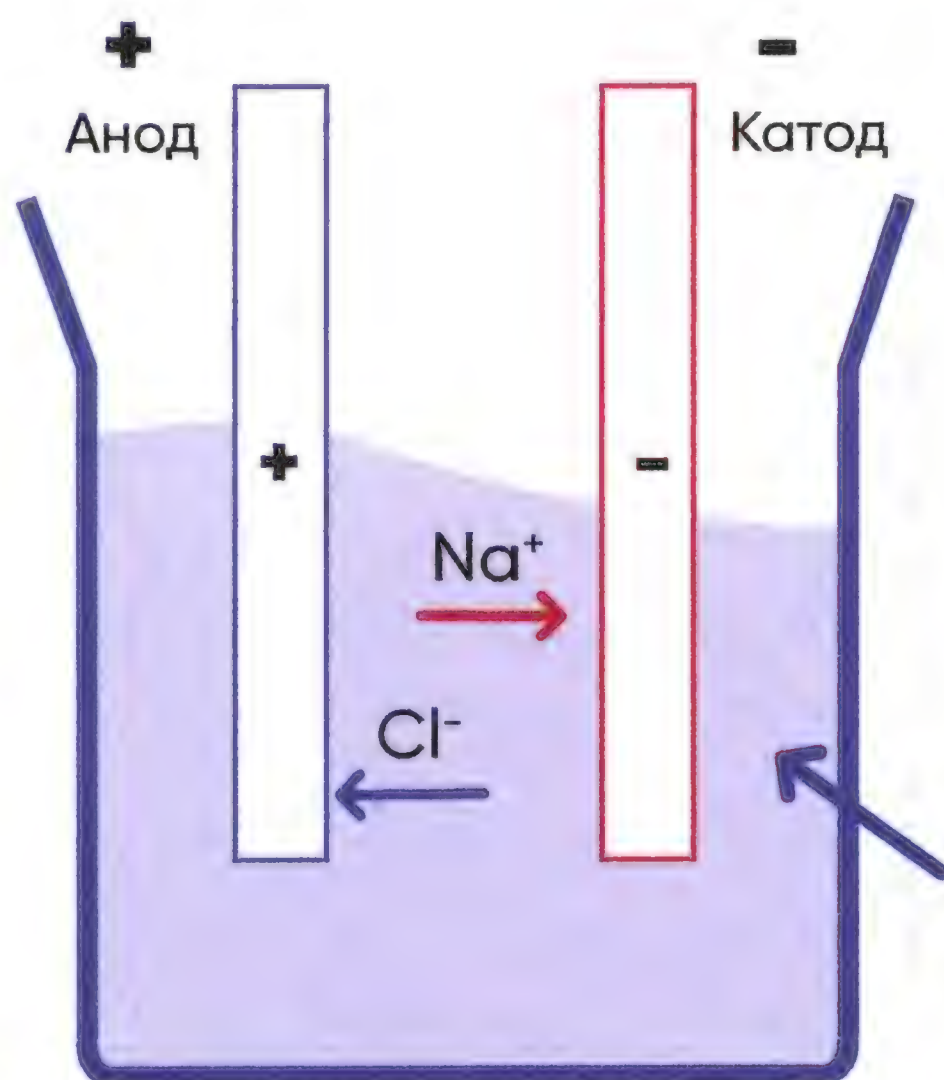
Процессы на аноде:



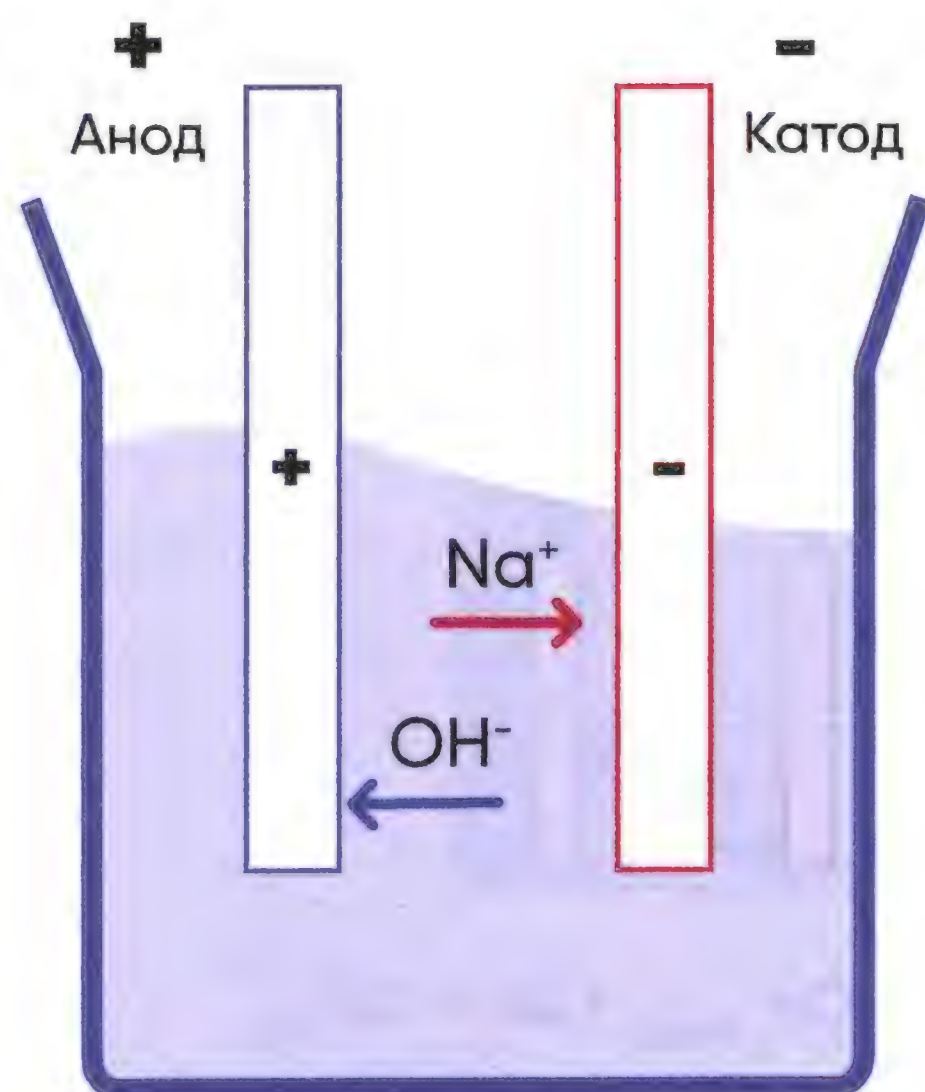
Процессы на катоде:



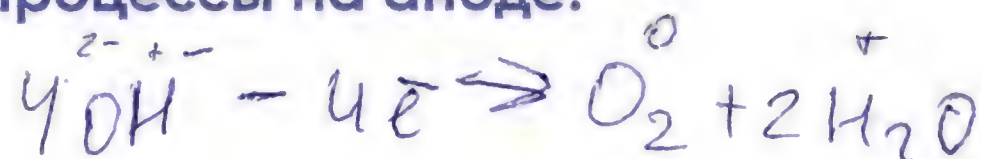
Расплав хлорида натрия
 $t = 700^{\circ}\text{C}$ (понижение $T_{\text{пл}}$ за счёт добавления CaCl_2)



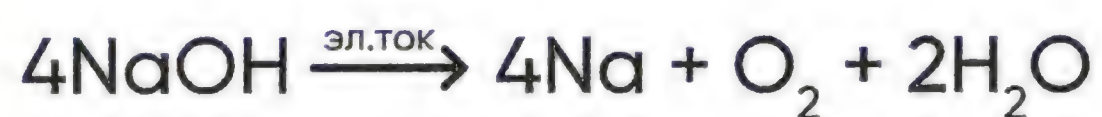
Электролиз расплавов щелочей



Процессы на аноде:



Процессы на катоде:



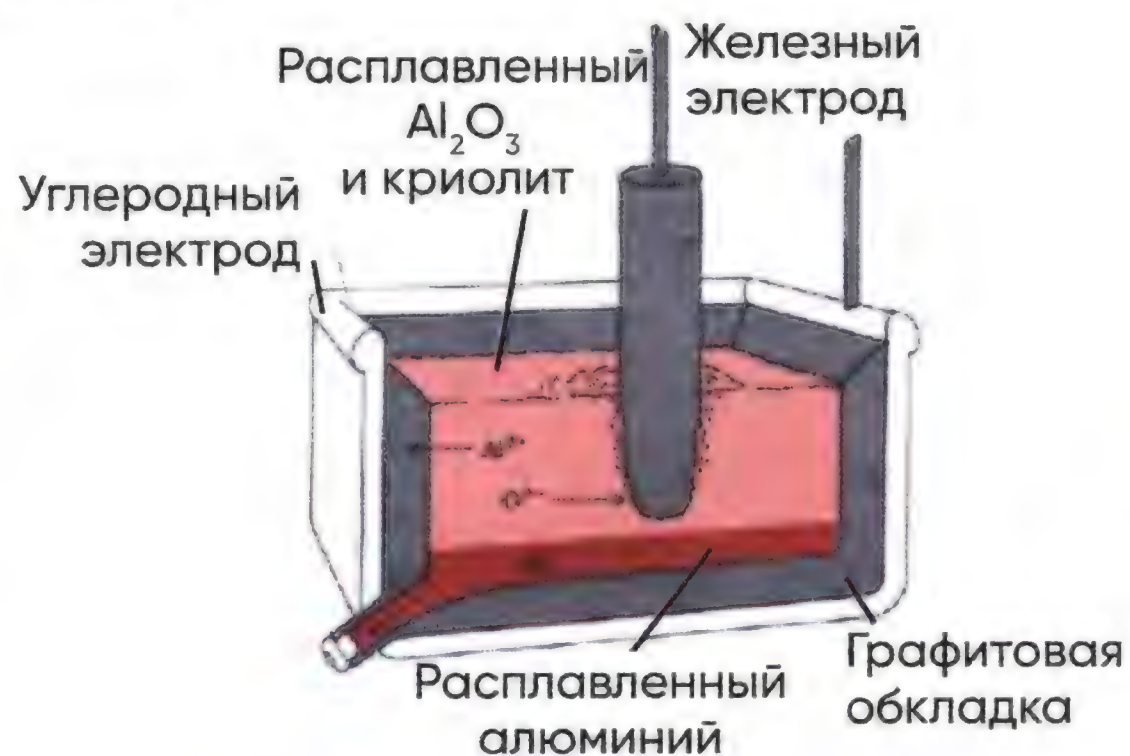
Особенный Алюминий

NB!

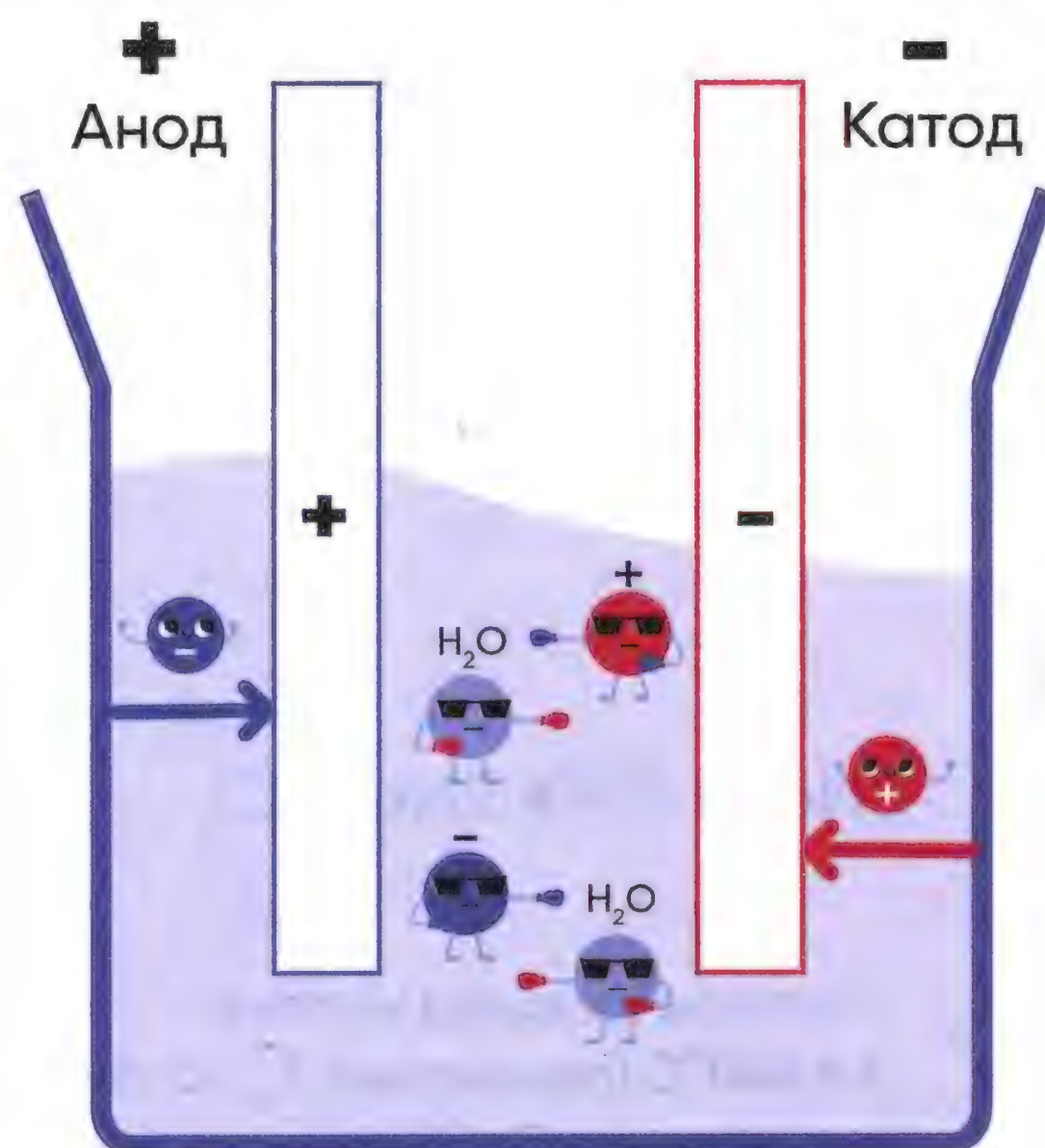
Al получают электролизом оксида алюминия (Al_2O_3) в расплавленном криолите (Na_3AlF_6)

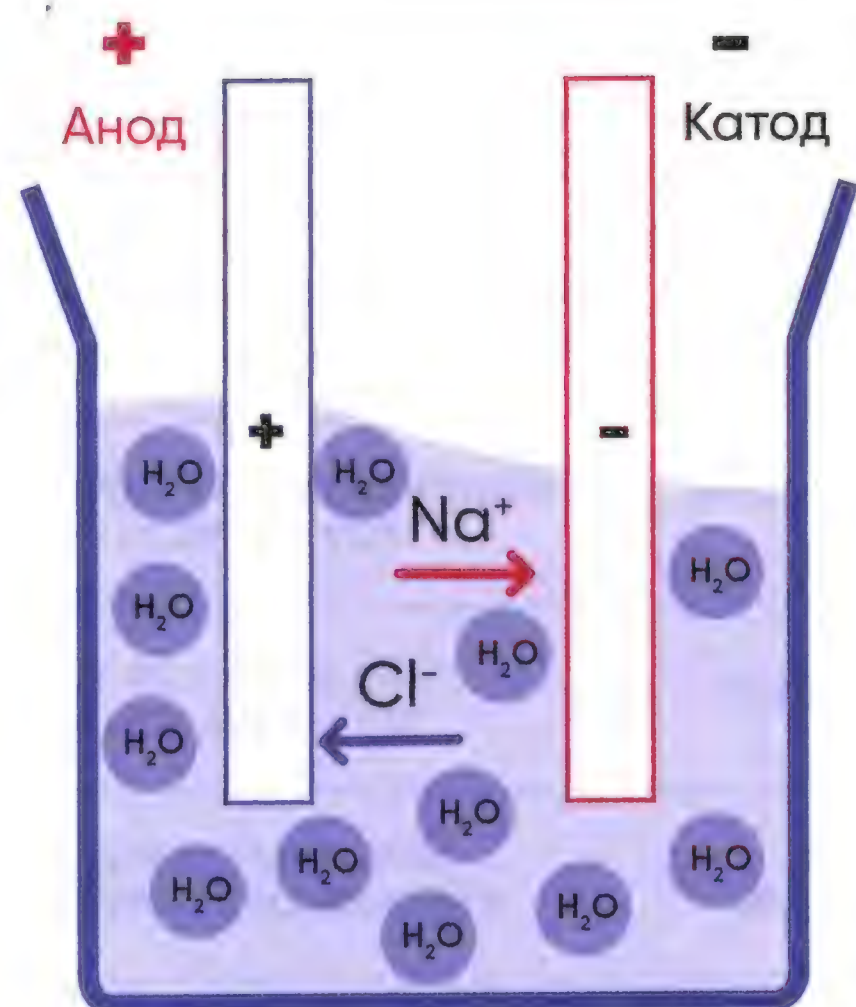


Алюминий

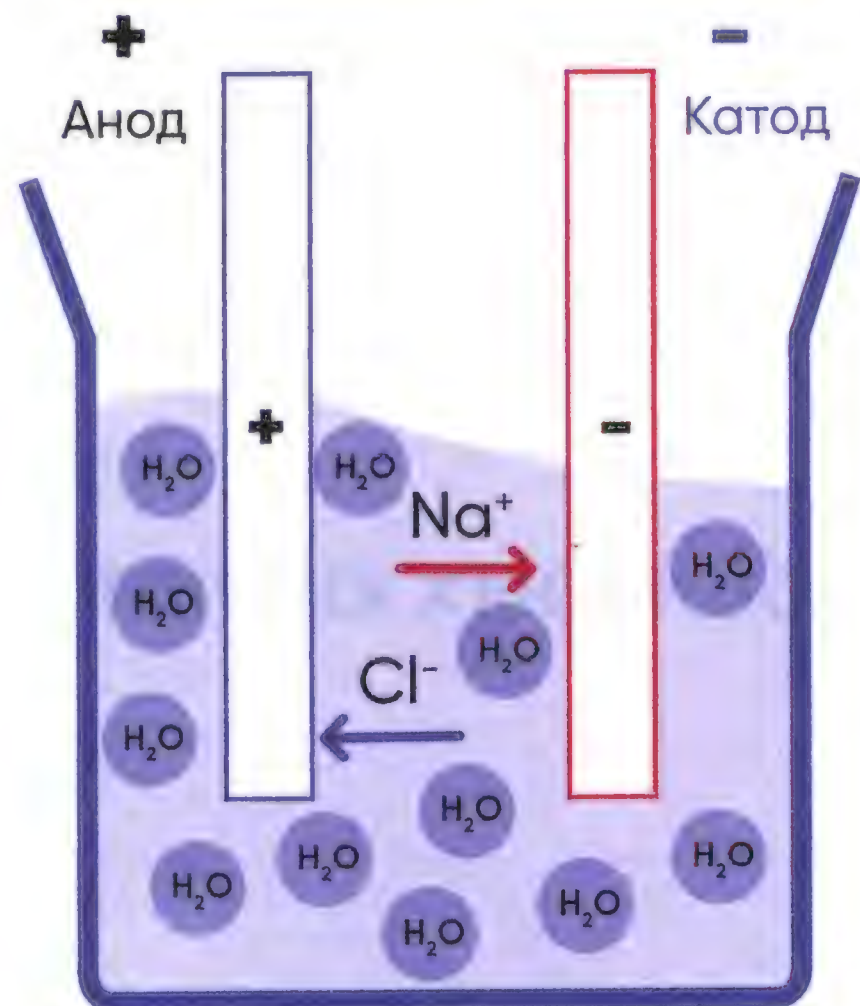
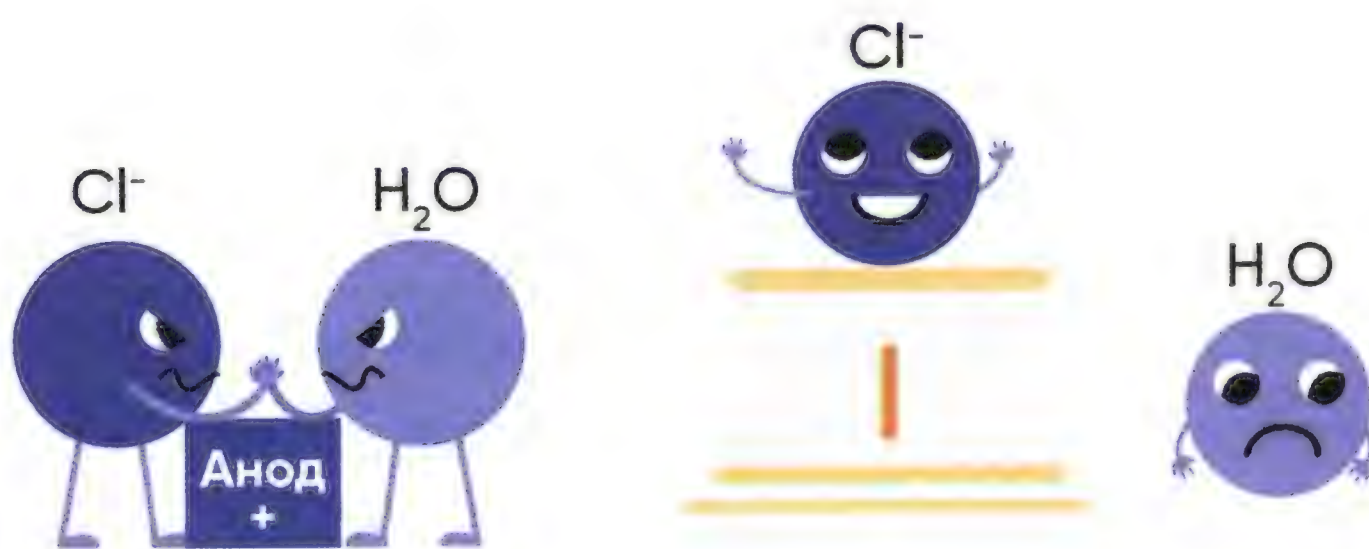


Электролиз растворов Конкуренция в растворах

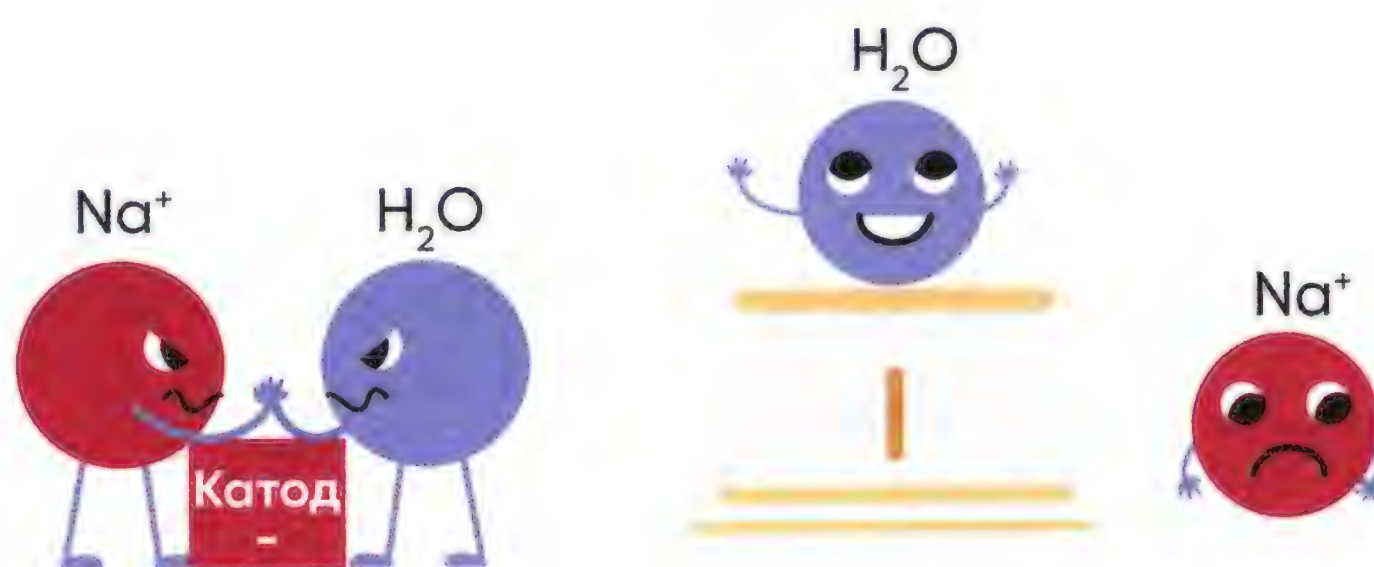




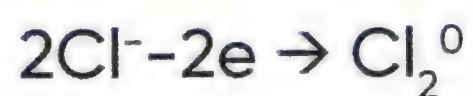
Процессы на аноде:



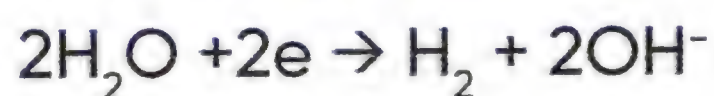
Процессы на катоде:



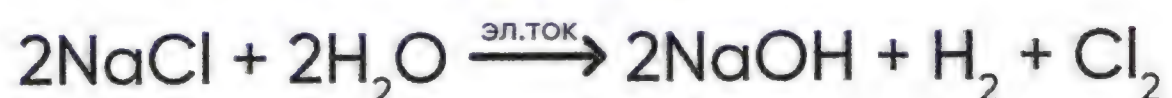
Процессы на аноде:



Процессы на катоде:

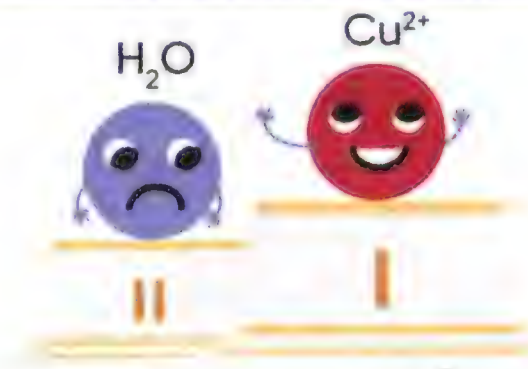
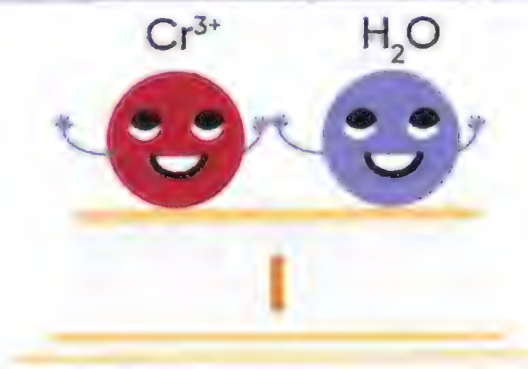
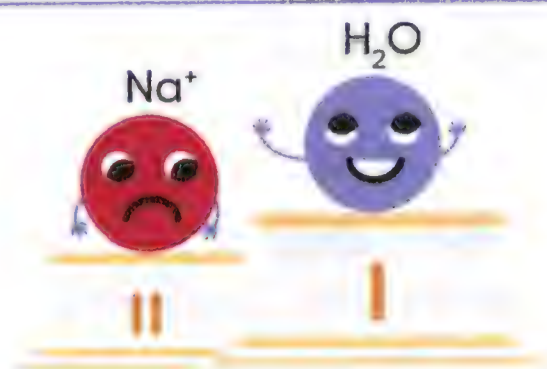


Уравнение электролиза:



Процессы на катоде в водных растворах электролитов

Процессы на катоде															
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al	Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb	(H)	Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au												
выделяется водород	выделяется водород и чистый металл	выделяется водород	выделяется чистый металл												
Me ⁿ⁺ не восстанавливается 2H ₂ O + 2ē → H ₂ ↑ + 2OH ⁻	Me ⁿ⁺ + nē = Me ⁰ 2H ₂ O + 2ē → H ₂ ↑ + 2OH ⁻	2H ⁺ + 2ē → H ₂	Me ⁿ⁺ + nē = Me ⁰												
на катоде восстанавливаются молекулы воды	на катоде могут восстанавливаться и ионы металла, и воды	на катоде восстанавливаются катионы водорода	на катоде восстанавливаются ионы металлов												
H ₂	Me, H ₂	H ₂	Me												



Процессы на аноде в водных растворах электролитов

Процессы на аноде			
Бескислородные $\text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-, \text{S}^{2-}$	Кислородсодержащие и фториды $\text{NO}_3^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{PO}_4^{3-}, \text{F}^-$	Растворы щелочей OH^-	Растворы солей карб. кислот $\text{CH}_3\text{COO}^-, \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^-$
выделяется простое вещество	выделяется кислород и кислота	выделяется кислород и вода	выделяется углекислый газ + алкан
$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$	$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$	$4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	$2\text{CH}_3\text{COO}^- - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{-CH}_3$
ОКИСЛЯЮТСЯ ионы кислотного остатка	ОКИСЛЯЮТСЯ молекулы воды	ОКИСЛЯЮТСЯ гидроксид-ионы	ОКИСЛЯЮТСЯ ионы кислотного остатка
неМе	O_2	O_2	$\text{CO}_2 + \text{алкан}$



Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот



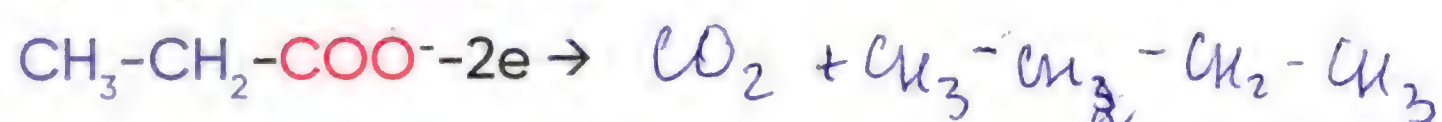
Анод: $\text{CH}_3\text{-COO}^-$

Продукты на аноде



Анод: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^-$

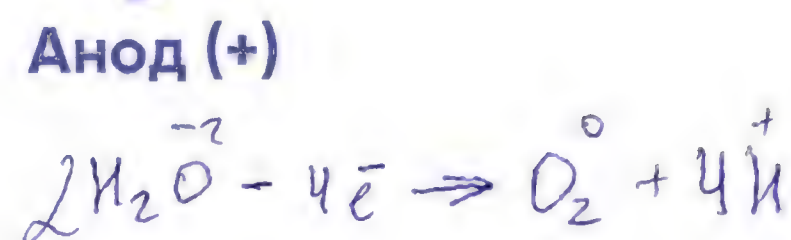
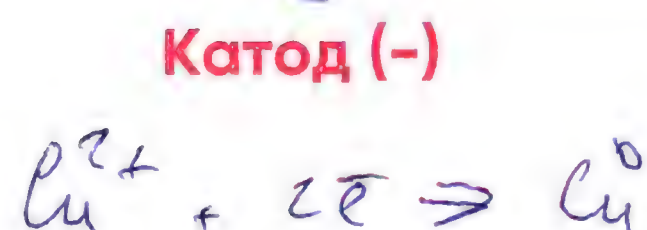
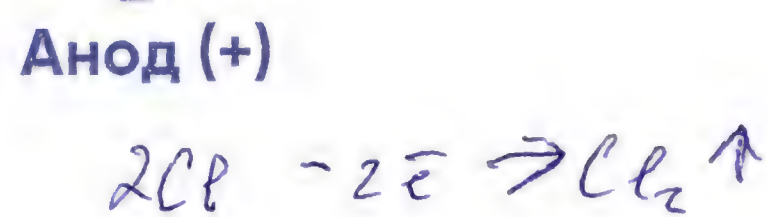
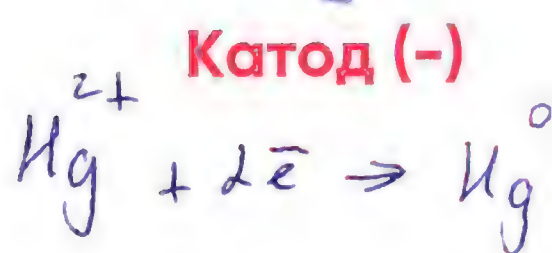
Продукты на аноде



Электролитический способ получения веществ

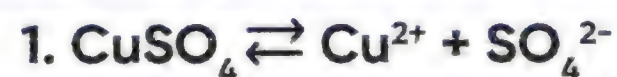
Вещество	Электролитический способ получения
Щелочные и щелочноземельные металлы	Электролиз <u>расплавов</u> бескислородных солей (чаще всего <u>хлоридов</u>), а также электролиз расплавов щелочей
Mg	Электролиз <u>расплавов</u> бескислородных солей (чаще всего хлоридов)
Al	Электролиз раствора <u>Al₂O₃</u> в расплаве криолита $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$
Mn и металлы правее по ЭХР	Электролиз водных растворов солей
H ₂	Электролиз водных растворов кислот и щелочей, водных растворов солей, образованных катионами металлов до алюминия включительно
O ₂	Электролиз растворов щелочей, растворов солей и кислот, образованных кислородсодержащим анионом или F ⁻
Cl ₂ , Br ₂ , I ₂	Электролиз водных растворов или расплавов соответствующих галогенидов
F ₂	Электролиз расплавов <u>фторидов</u> ($\text{KF} \cdot 2\text{HF}$)

Уравнения электролиза Электролиз солей

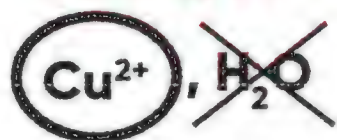


Опыт!

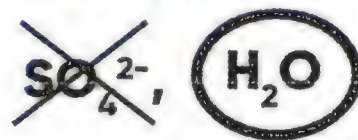
Как написать уравнение электролиза раствора CuSO_4 ?



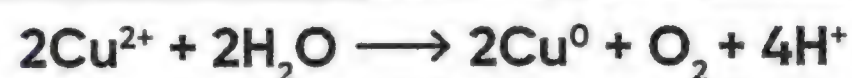
Катод (-)



Анод (+)



2. Уравниваем и суммируем полуреакции:



Добавляем в обе части SO_4^{2-} :

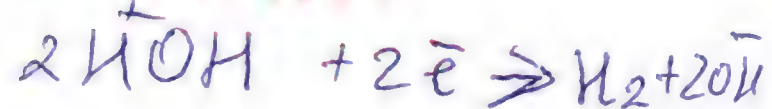


4. Соединяем ионы в вещества:

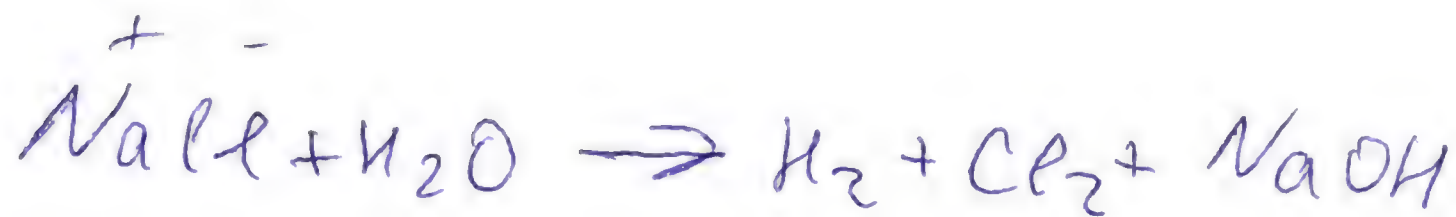




Катод (-)



Анод (+)



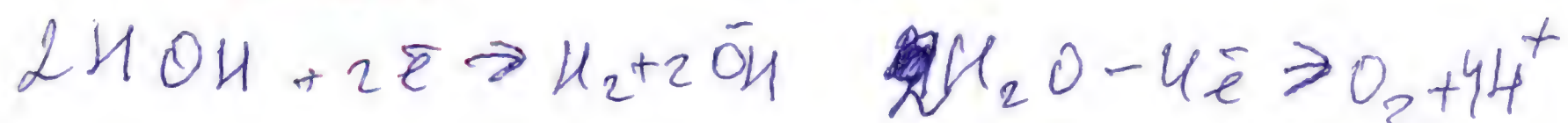
Опыт!



Катод (-)



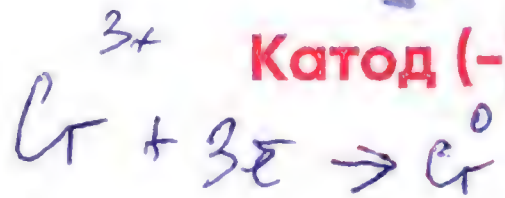
Анод (+)



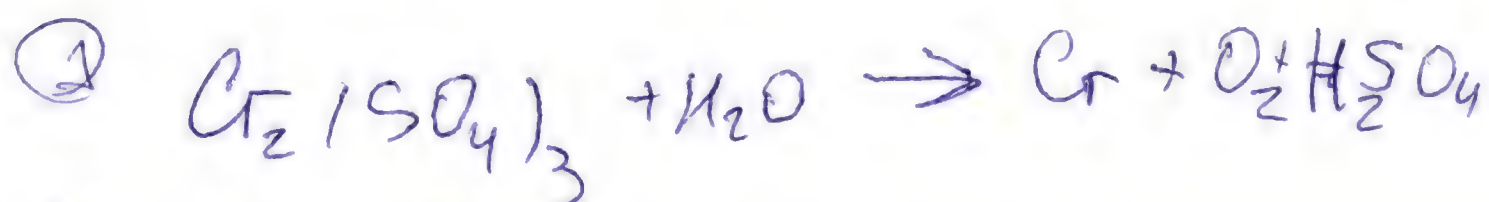
Опыт!



Катод (-)



Анод (+)



Ме сред. асф.

Идут два процесса параллельно и независимо друг от друга - может встретиться в 34 задаче

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →
активность металлов уменьшается

Задание 1 (19 КИМ)

ДЕМО ЕГЭ 2022

Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула соли

A. Na₃PO₄

Б. KCl

В. CuBr₂

Продукты электролиза

1. металл, кислород

2. металл, галоген

3. водород, кислород

4. водород, галоген

Ответ:

А	Б	В
3	4	2

Задание 2 (19 КИМ)

Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула соли

A. MgCl₂

Б. KF

В. MnCl₂

Продукты электролиза

1. металл, галоген

2. водород, галоген

3. водород, кислород

4. металл, водород, галоген

Ответ:

А	Б	В
2	3	4

Задание 3 (19 КИМ)

Установите соответствие между веществом и возможным способом его получения путём электролиза в промышленности: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещество

A. литий

Б. этан C₂H₆

В. фтор

Получение электролизом

1. водного раствора (HCOO)₂Sr

2. водного раствора LiF

3. расплава LiF

4. водного раствора (CH₃COO)₂Sr

Ответ:

А	Б	В
3	4	3

Задание 4 (19 КИМ)

Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула соли

A. Cu(NO₃)₂

Б. CuSO₄

В. Na₂S

Продукты электролиза

1. H₂, S

2. Cu, NO₂

3. Na, S

4. Cu, O₂

Ответ:

А	Б	В
4	4	1

Задание 5 (19 КИМ)

Установите соответствие между формулой соли и продуктами электролиза водного раствора этой соли, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула соли

- А. PbCl_2
- Б. Na_2CO_3
- В. BaCl_2

Продукты электролиза

- 1. Na , CO_2
- 2. H_2 , Cl_2
- 3. H_2 , O_2
- 4. Pb , H_2 , Cl_2

Ответ:

А	Б	В
4	3	2

Задание 6 (19 КИМ)

Установите соответствие между веществом и возможным способом его получения путём электролиза в промышленности: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещество

- А. водород
- Б. натрий
- В. кислород

Получение электролизом

- 1. расплава NaI
- 2. водного раствора HgCl_2
- 3. водного раствора NaOH
- 4. расплава SiO_2

Ответ:

А	Б	В
3	1	3

Задание 7 (19 КИМ)

Установите соответствие между формулой вещества и продуктом, образующимся на инертном катоде при электролизе его водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

- А. H_2SO_4
- Б. $\text{Sr}(\text{OH})_2$
- В. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

Продукт на катоде

- 1. HgO
- 2. H_2
- 3. Hg
- 4. Sr

Ответ:

А	Б	В
2	2	3

Задание 8 (19 КИМ)

Установите соответствие между формулой вещества и уравнением процесса, протекающего на катоде при электролизе его водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

- А. $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$
- Б. AlBr_3
- В. HBr

Уравнение катодного процесса

- 1. $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 2. $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}^0$
- 3. $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2$
- 4. $\text{Al}^{3+} + 3\text{e} \rightarrow \text{Al}^0$

Ответ:

А	Б	В
2	1	3

Задание 9 (19 КИМ)

Установите соответствие между формулой вещества и уравнением процесса, протекающего на инертном аноде при электролизе его водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

А. AuBr_3

Б. CsOH

В. HBrO_3

Уравнение анодного процесса

1. $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$

2. $2\text{Br}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{Br}_2$

3. $4\text{OH}^- - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

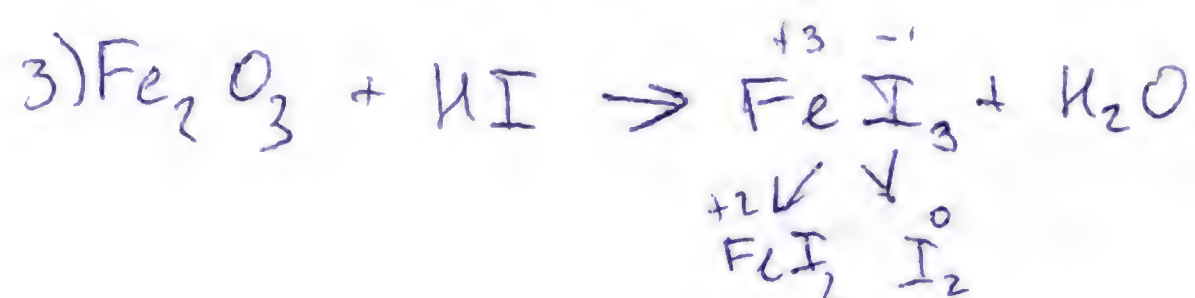
4. $2\text{O}^{2-} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2$

Ответ:

А	Б	В
2	3	1

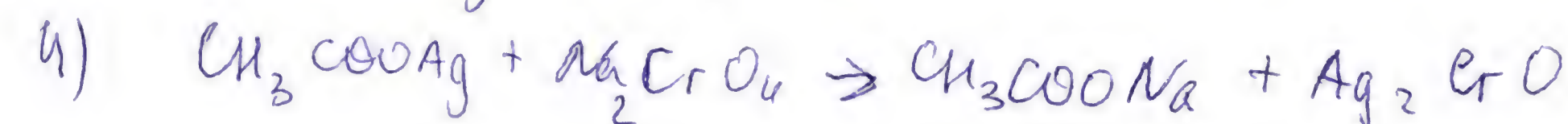
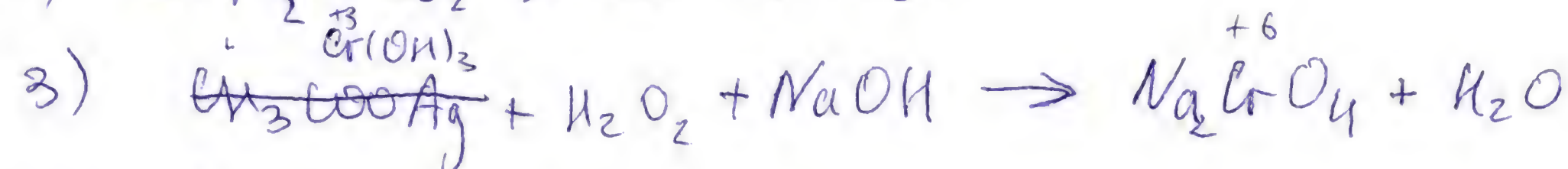
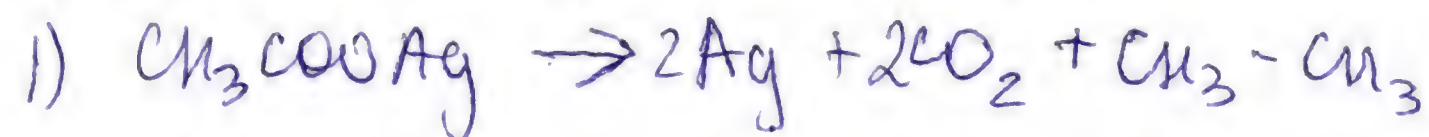
Задание 10 (30 КИМ)

Провели электролиз раствора нитрата серебра. Выделившееся на аноде простое вещество при нагревании прореагировало с пиритом. Образовавшееся при этом твёрдое вещество растворили в иодоводородной кислоте. Полученное при этом простое вещество при нагревании прореагировало с раствором гидроксида натрия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.



Задание 11 (30 КИМ)

Взяли водный раствор ацетата серебра и разделили на две части. Первую часть подвергли электролизу. Полученный газ пропустили через раствор гашеной извести. Вторую часть ацетата серебра прилили к желтому раствору соли, содержащей катион натрия, ранее полученной при реакции окисления перекисью водорода гидроксида хрома (III) в щелочной среде. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.



Базовые расчёты – растворимость и массовая доля

Спецификация нового КИМ 24

Порядковый номер задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору	Уровень сложности	Макс. балл за выполнение задания	Применное время выполнения задания (мин.)
24	Расчёты с использованием понятия «растворимость», «массовая доля вещества в растворе»	4.3.1	Б	1	3-4

Массовая доля

Доля



1 пицца
 $\frac{8}{8}$



1 кусочек
 $\frac{1}{8} = 12,5\%$



2 кусочка
 $\frac{2}{8} = \frac{1}{4} = 25\%$



3 кусочка
 $\frac{3}{8} = 37,5\%$



4 кусочка
 $\frac{4}{8} = \frac{1}{2} = 50\%$

Массовая доля (%)

1 + 2 + 3 + 4 + 5 →

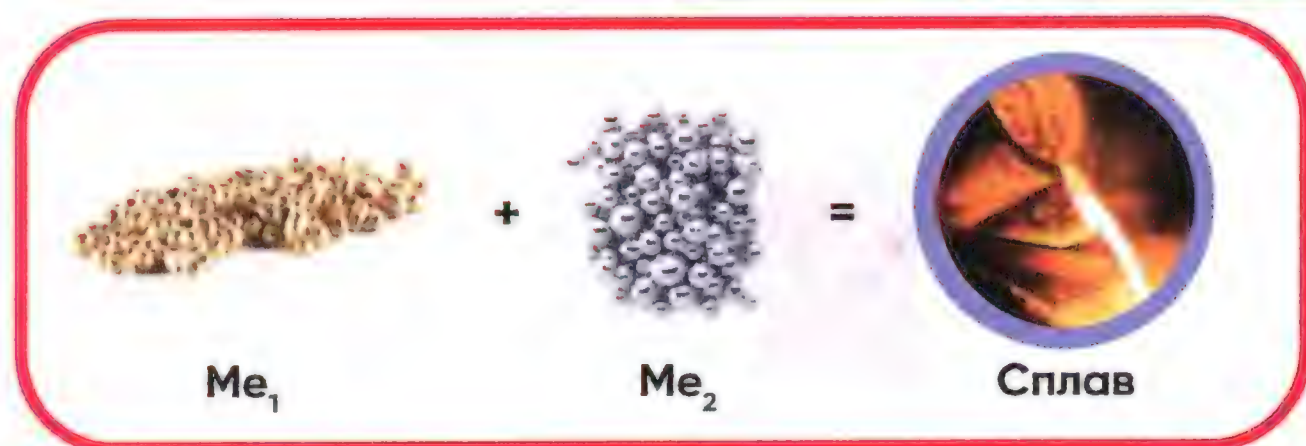


$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5} (\cdot 100\%)$$

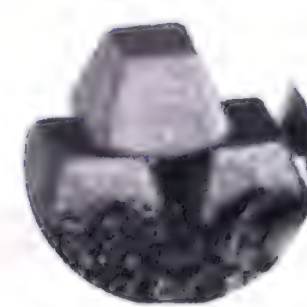
$$\omega = \frac{m \text{ (компонента)}}{m \text{ (всей смеси)}} (\cdot 100\%)$$

Сплавы

$$\omega(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{сплава})} \cdot 100\%$$



1 г сплава – 375 мг Au
 $\omega(\text{Au}) = 375/1000 \cdot 100\% = 37,5\%$



Чугун
 (сплав Fe и C)
 $\omega(\text{C}) > 2,14\%$



Сталь
 (сплав Fe и C)
 $\omega(\text{C}) < 2,14\%$

Проба золота	$\omega(\text{Au})$
375	37,5%
500	50%
583	58,3%
585	58,5%
750	75%
916	91,6%
958	95,8%
999	99,9%

Примеси

$$\omega(\text{примесей}) = \frac{m(\text{примесей})}{m(\text{вещества} + \text{примеси})} \cdot 100\%$$



Купорос медный технический

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \sim 99,3\%$

Fe $\sim 0,013\%$

As $\sim 0,071\%$

Другие примеси $\sim 0,616\%$



Хлористое железо (III) безводное

$\text{FeCl}_3 \sim 97\%$

$\text{FeCl}_2 \sim 2\%$

Другие примеси $\sim 1\%$

Что такое раствор?



Массовая доля

$$\omega(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$$



Задание 1 NaHCO_3

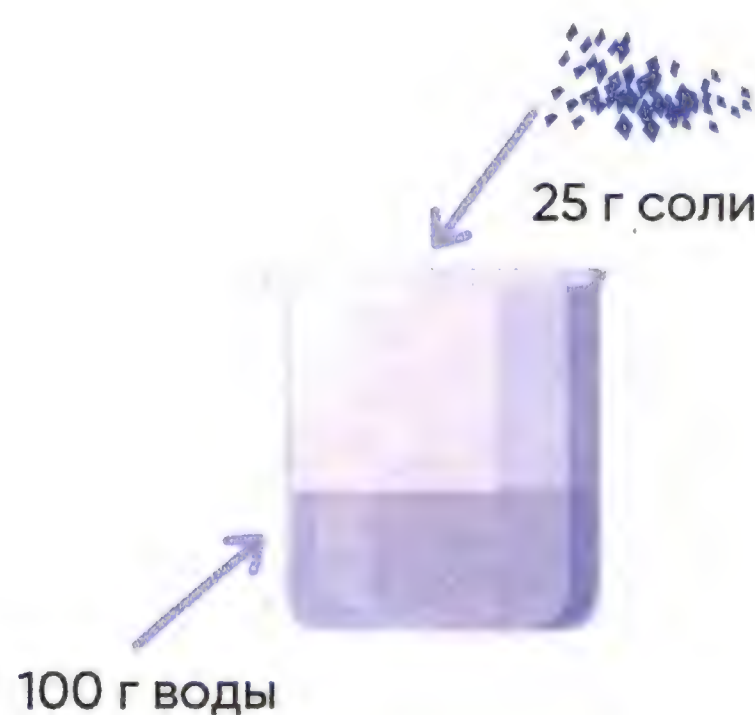
Пищевую соду массой **25 г** растворили в **100 г** воды. Определите массовую долю (в %) соли в полученном растворе. Ответ запишите с точностью до целых.

$$\omega_{\text{с}} = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{р}}} \cdot 100\%$$

$$\omega_{\text{с}} = \frac{25 \text{ г}}{125 \text{ г}} \cdot 100\% = 20\%$$

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{в}} + m_{\text{р. в.}} = 100 \text{ г} + 25 \text{ г} = 125 \text{ г}$$

Ответ: 20 %.



Задание 2

Смешаны **100 г** раствора с массовой долей хлорида калия **20%** и **50 г** раствора с массовой долей этой же соли **5%**. Вычислите массовую долю растворенного вещества в образовавшемся растворе.



$m_1 \text{ раствора}$	$0,2 \cdot 100 \text{ г} = 20 \text{ г}$
$20 : 100\% = 0,2$	$m_1 \text{ сухого вещества}$
$100 : 100\% = 100 \text{ г}$	$+$
ω_1	$m_1 \text{ воды}$
$0,2$	80 г

$m_2 \text{ раствора}$	$0,05 \cdot 50 \text{ г} = 2,5 \text{ г}$
$5 : 100\% = 0,05$	$m_2 \text{ сухого вещества}$
$50 : 100\% = 50 \text{ г}$	$+$
ω_2	$m_2 \text{ воды}$
$0,05$	$47,5 \text{ г}$

$m_1 + m_2 \text{ раствора}$	$20 \text{ г} + 2,5 \text{ г} = 22,5 \text{ г}$
$100 \text{ г} + 50 \text{ г} = 150 \text{ г}$	$m_1 + m_2 \text{ сухого вещества}$
ω_3	$+$
	$m_1 + m_2 \text{ воды}$
	$80 \text{ г} + 47,5 \text{ г} = 127,5 \text{ г}$

$$\omega_3 = \frac{22,5}{150} \cdot 100\% = 15\%$$

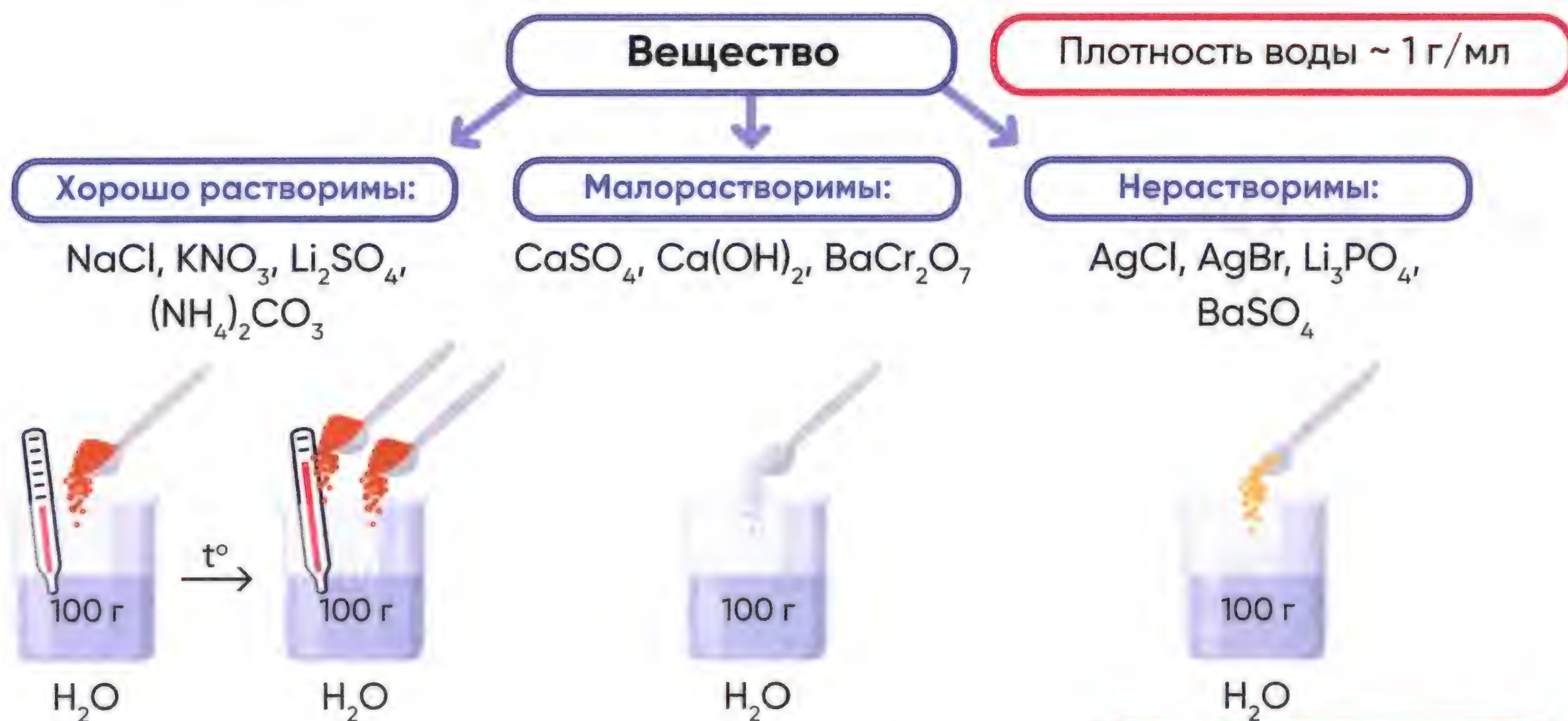
$$\omega_{\text{с}} = \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

Ответ: 15 %.

Растворимость

Растворимость вещества

- масса вещества в насыщенном растворе на **100 г** растворителя (воды)
- зависит от температуры



Растворы



В чём измеряется растворимость?

Соль	Масса соли в насыщенном растворе(г)	Масса воды (г)	Масса раствора (г)	Растворимость (г на 100 г воды)
	X	$m_{\text{в}}$	$X + m_{\text{в}}$	$100X/m_{\text{в}}$
	X	100	$100 + X$	X
KBr	86	100	186 г.	$\frac{100 \cdot 86}{100} = 86 \text{ г.}$
AlCl_3	96,2	200	296,2	$\frac{100 \cdot 96,2}{200} = 48,1 \text{ г.}$
Na_2CO_3	138	300	438	$\frac{100 \cdot 138}{300} = 46 \text{ г.}$
KClO_3	95,2	400	495,2	$\frac{100 \cdot 95,2}{400} = 23,8 \text{ г.}$

В ЕГЭ растворимость измеряется в массе вещества в насыщенном растворе на 100 г растворителя (воды).

Задание 3 $\omega \text{ ZnSO}_4 = 43\%$

Массовая доля сульфата цинка в насыщенном при 60°C растворе равна **43%**. Рассчитайте растворимость этой соли в воде при данной температуре.

$$\omega = \frac{m_{\text{б}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

$$0,43\% = \frac{m_{\text{б-ва}}}{100}$$

$$m_{\text{б-ва}} = 43 \text{ г.}$$

$$m_{\text{в-ва}} = 100 - 43 = 57 \text{ г.}$$

$$S = \frac{43}{57} \cdot 100\% = 75,4 \text{ г}$$

пусть $m_{\text{р-ра}} = 100 \text{ г.}$

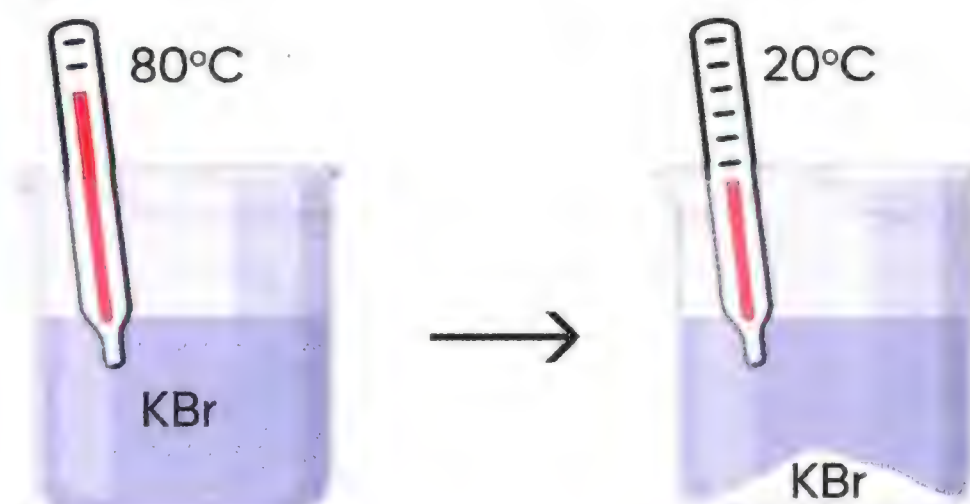
Демонстрация

Задание 4 (24 КИМ)

В таблице приведена растворимость бромиды калия (в граммах KBr на 100 г воды) при различной температуре.

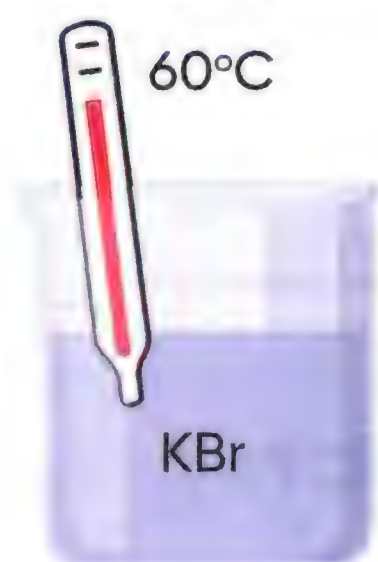
Температура, $^\circ\text{C}$	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	60	65	71	76	86	95	103

Определите, сколько граммов бромиды калия выпадет в осадок при охлаждении **250 г** насыщенного при 80°C раствора до температуры 20°C . (Запишите число с точностью до целых)



Масса воды не изменилась!

насыщенный раствор



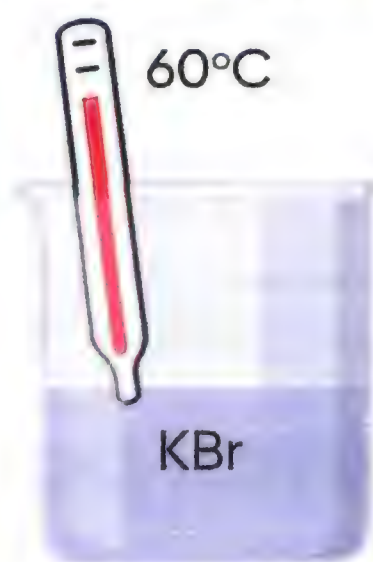
$$m_{\text{раствора}} = 465 \text{ г}$$

$$m_{\text{раств. в-ва}} = 215 \text{ г}$$

$$m_{\text{воды}} = 465 - 215 = 250 \text{ г.}$$

$$\omega = \frac{215}{465} \cdot 100\% = 46,24\%$$

насыщенный раствор



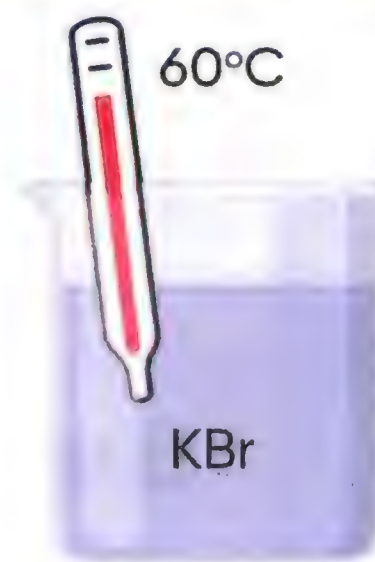
$$m_{\text{раствора}} = 186 \text{ г}$$

$$m_{\text{раств. в-ва}} = 86 \text{ г}$$

$$m_{\text{воды}} = 186 - 86 = 100 \text{ г.}$$

$$\omega = \frac{86}{186} \cdot 100\% = 46,24\%$$

насыщенный раствор



$$m_{\text{раствора}} = 558 \text{ г}$$

$$m_{\text{раств. в-ва}} = 258 \text{ г}$$

$$m_{\text{воды}} = 558 - 258 = 300 \text{ г.}$$

$$\omega = \frac{258}{558} \cdot 100\% = 46,24\%$$

Во всех стаканах выполняется соотношение:
на 100 г воды 86 г KBr

Это верно для всех насыщенных растворов
KBr при данной температуре

изменяется масса
растворенного вещества,
масса воды не изменяется!

при 80°

mc.	Масса раствора	Масса воды	mc.ом
95г.	195	100	95
	250	x/128,2г.	

$$195 - 100$$

$$250 - x$$

$$195x = 25000$$

$$x = 128,2г$$

$$250 - 211,5г. = 38,5г. = 39$$

при 20°

mc.	Масса раствора	Масса воды	mc.ом
65г.	165г.	100	65
	y/211,5г.	128,2г.	

$$165 - 100$$

$$y - 128,2г.$$

$$100y = 165 \cdot 128,2г.$$

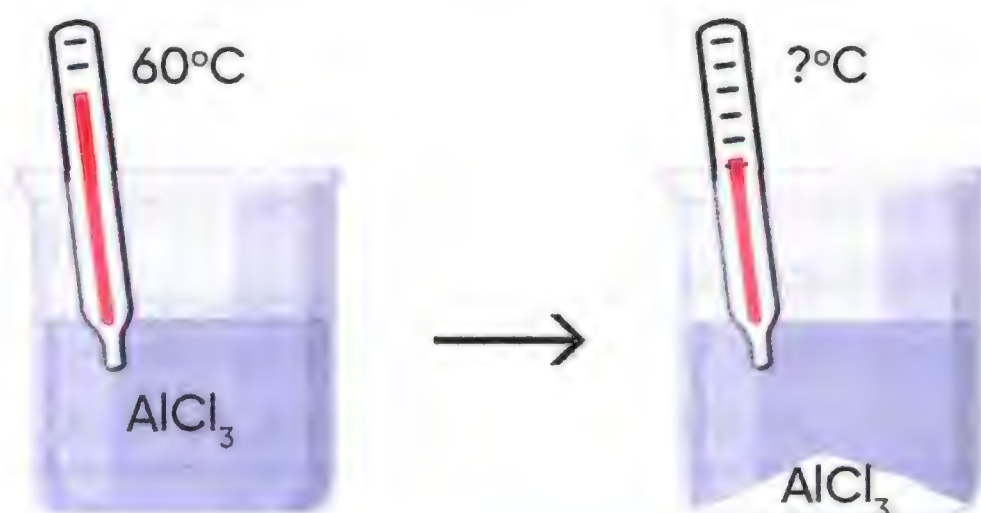
$$y = 211,5г.$$

Задание 5 (24 КИМ)

В таблице приведена растворимость хлорида алюминия (в граммах $AlCl_3$ на 100 г воды) при различной температуре.

Температура, °C	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	44,9	45,8	46,6	47,3	48,1	48,6	49

Определите, на сколько градусов °C понизилась температура, если при охлаждении насыщенного при 60°C раствора массой 444,3 г выпал осадок массой 4,5 г. (Запишите число с точностью до целых).



Масса воды не изменилась!

изменяется масса
растворенного вещества,
масса воды не изменяется!

mc.	Масса раствора	Масса воды
	444,3г.	x/300г.
48,1	148,1	100

6

$$148,1x = 444,3 \cdot 100$$

$$x = 300г.$$

Масса растворённого вещества	Масса воды
$444,3 - 4,5 = 439,8г.$	300г.
y/46,6г.	100г.

$$300y = 439,8 \cdot 100$$

$$y = 46,6 \Rightarrow 30°$$

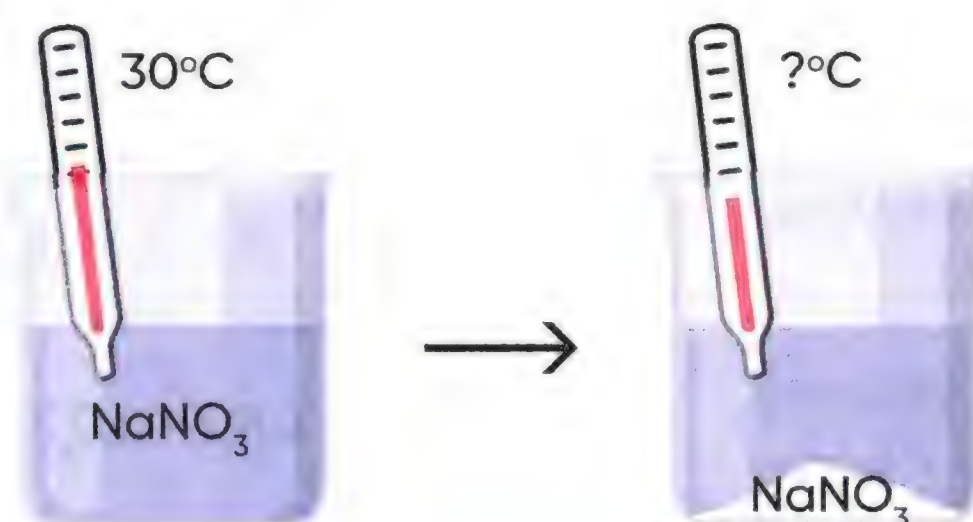
Отв: 30

Задание 6 (24 КИМ)

В таблице приведена растворимость нитрата натрия (в граммах NaNO_3 на 100 г воды) при различной температуре.

Температура, °C	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	80,8	87,6	94,9	102	122	148	180

Определите, до сколько градусов $^{\circ}\text{C}$ понизилась температура, если при охлаждении насыщенного при 30°C раствора его масса уменьшилась на **25,5 г**, причем масса растворенного нитрата натрия в исходном растворе составила **332,15 г**. (Запишите число с точностью до целых).



Масса воды не изменилась!

изменяется масса
растворенного вещества,
масса воды не изменяется!

при 30°

Масса растворённого вещества	Масса воды
332,15 г.	$x/350$
94,9	100

$$94,9 x = 332,15 \cdot 100$$

$$x = 350$$

Отв: 20

Масса растворённого вещества	Масса воды
$332,15 - 25,5 = 306,65$ г.	350
$y/87,6$	100

$$350 y = 306,65 \cdot 100$$

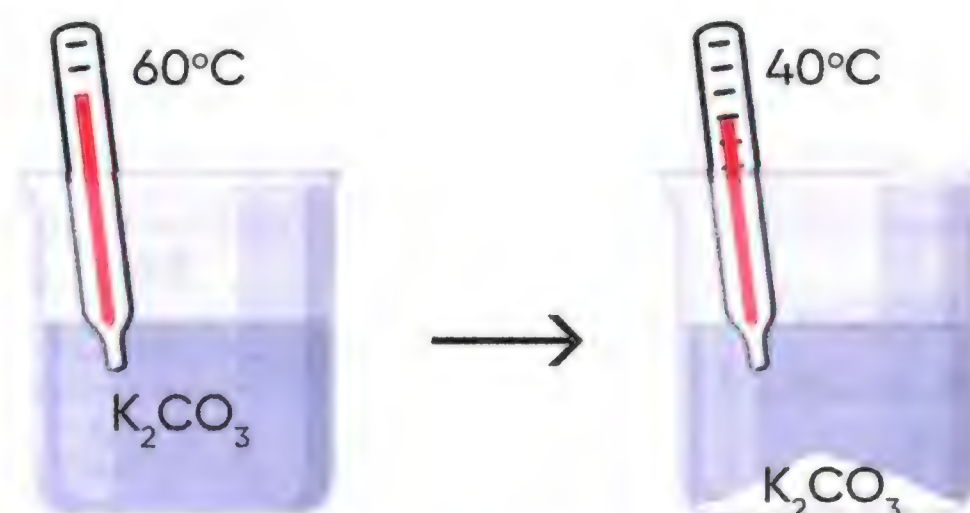
$$y = 87,6 \Rightarrow 20^{\circ}\text{C}$$

Задание 7 (24 КИМ)

В таблице приведена растворимость карбоната калия (в граммах K_2CO_3 на 100 г воды) при различной температуре.

Температура, °C	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	109	111	114	X	127	140	156

Определите растворимость карбоната калия при **40°C**, если известно, что при охлаждении **454 г** насыщенного при **60°C** раствора до данной температуры выпал осадок массой **20 г**. (Запишите число с точностью до целых).



Масса воды не изменилась!

изменяется масса растворенного вещества, масса воды не изменяется!

при 60°C

м.с.	Масса раствора	Масса воды
127	227 г.	200 г.
254	454 г.	X / 200 г.

$$227x = 45400$$

$$x = 200$$

Отв: 114

при 40°C.

Масса растворённого вещества	Масса воды
г / 114 г.	100
254 - 20 = 234 г.	200 г.

$$200y = 23400$$

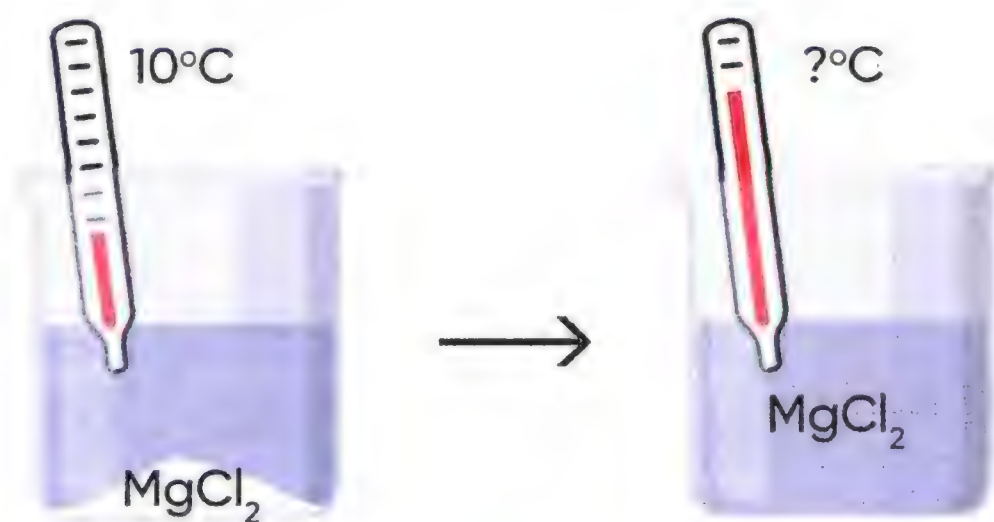
$$y = 117 г.$$

Задание 8 (24 КИМ)

В таблице приведена растворимость хлорида магния (в граммах $MgCl_2$ на 100 г воды) при различной температуре.

Температура, °C	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	53,6	54,6	55,8	57,5	61	66,1	73,3

Определите, на сколько градусов повысилась температура насыщенного при **10°C** раствора массой **230,4 г**, если при нагревании растворился осадок массой **3,3 г**. (Запишите число с точностью до целых).



Масса воды не изменилась!

изменяется масса
растворенного вещества,
масса воды не изменяется!

при 10°C

mc.	Масса раствора	Масса воды
80,4	230,4 г.	x / 150 г.
53,6 г	153,6 г	100

$$x / 153,6 \text{ г.} = 230,4$$

$$x = 150 \text{ г.}$$

Отв: 20

Масса растворённого вещества	Масса воды
83,7 г.	150 г.
y	100 г.

$$150 \text{ г.} = 83,7 \text{ г.}$$

$$y = 55,8 \Rightarrow 20^\circ\text{C}, \text{ НО!}$$

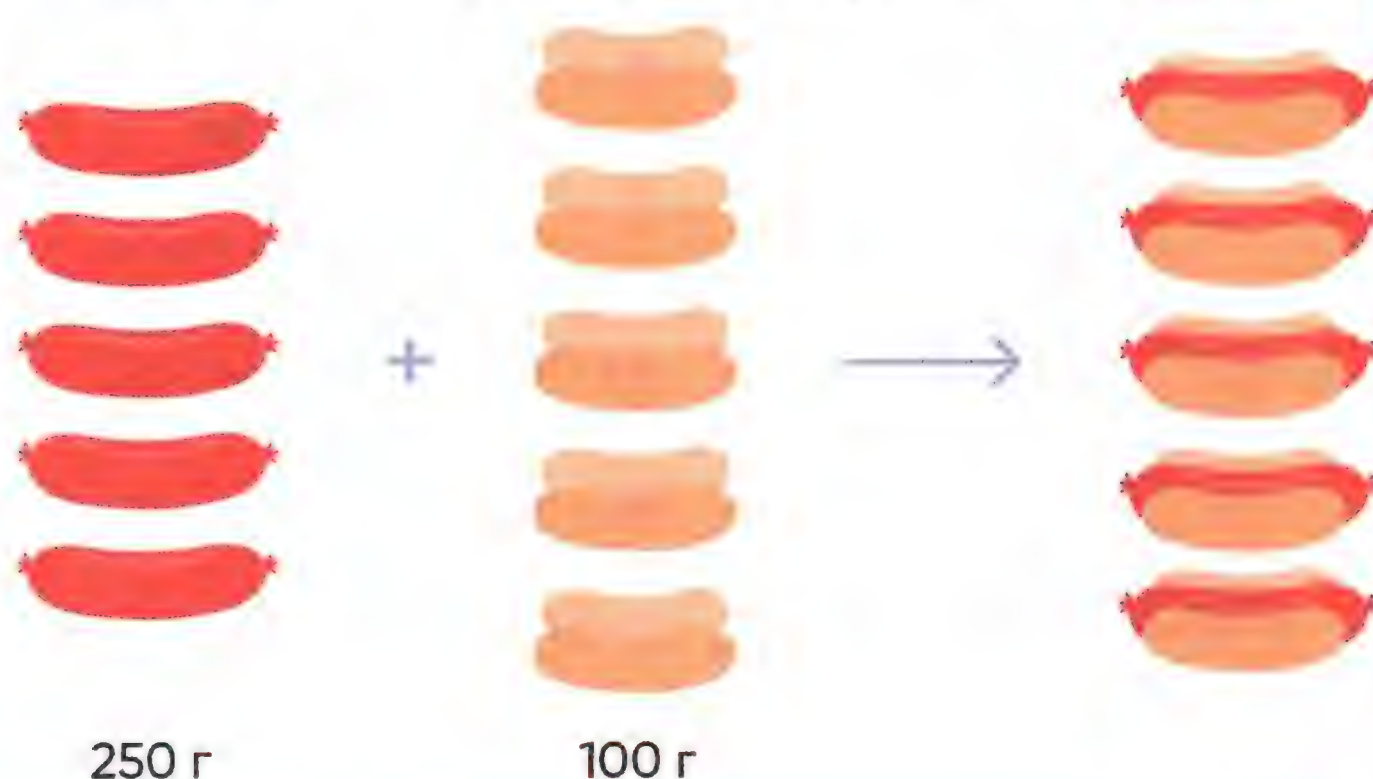
$$20^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$$

на 20°C

Базовые расчёты по уравнению химической реакции

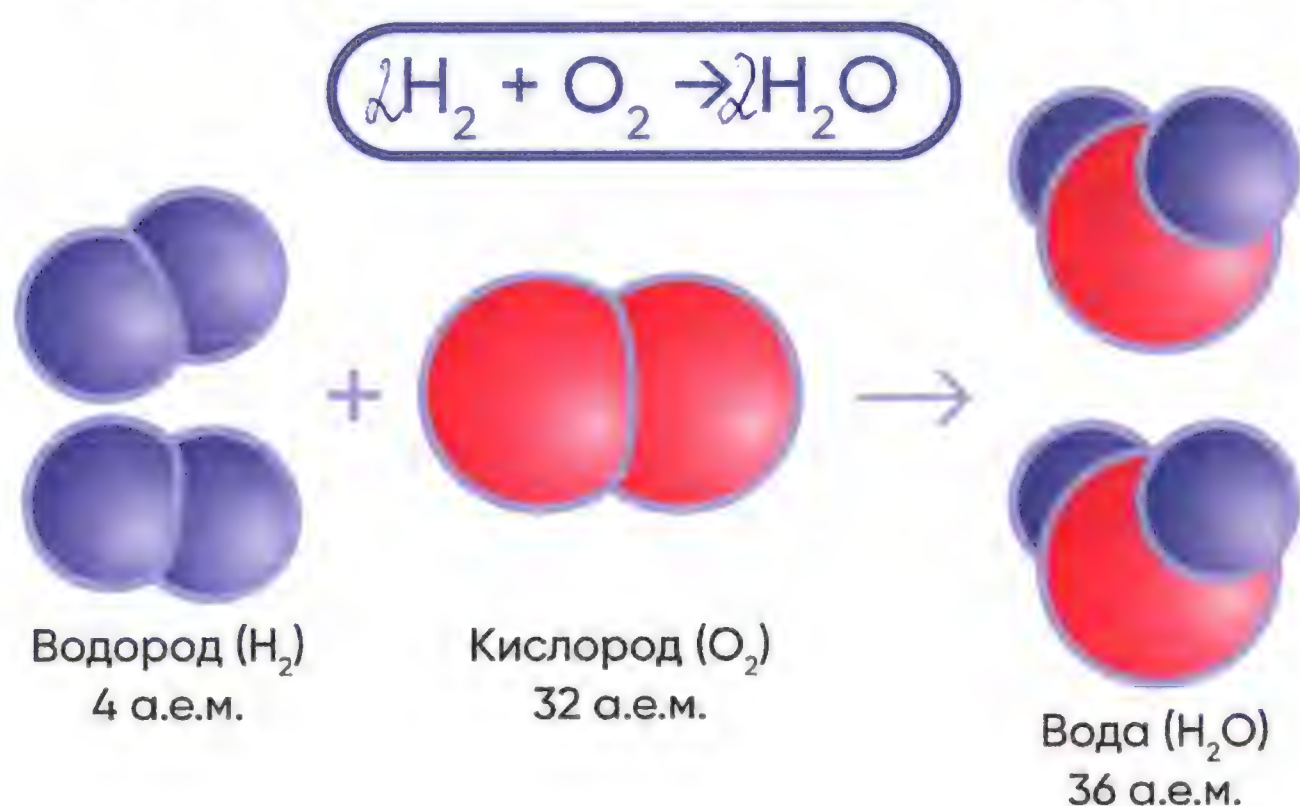
Количество вещества (n)

Зачем?



Количество вещества (n) в молях является важной характеристикой при расчетах

Количество вещества (n)



Число Авогадро и количество вещества

$$N_A = 6,02214076 \cdot 10^{23}$$

В 1 моле вещества содержится N_A или $6,02214076 \cdot 10^{23}$ частиц

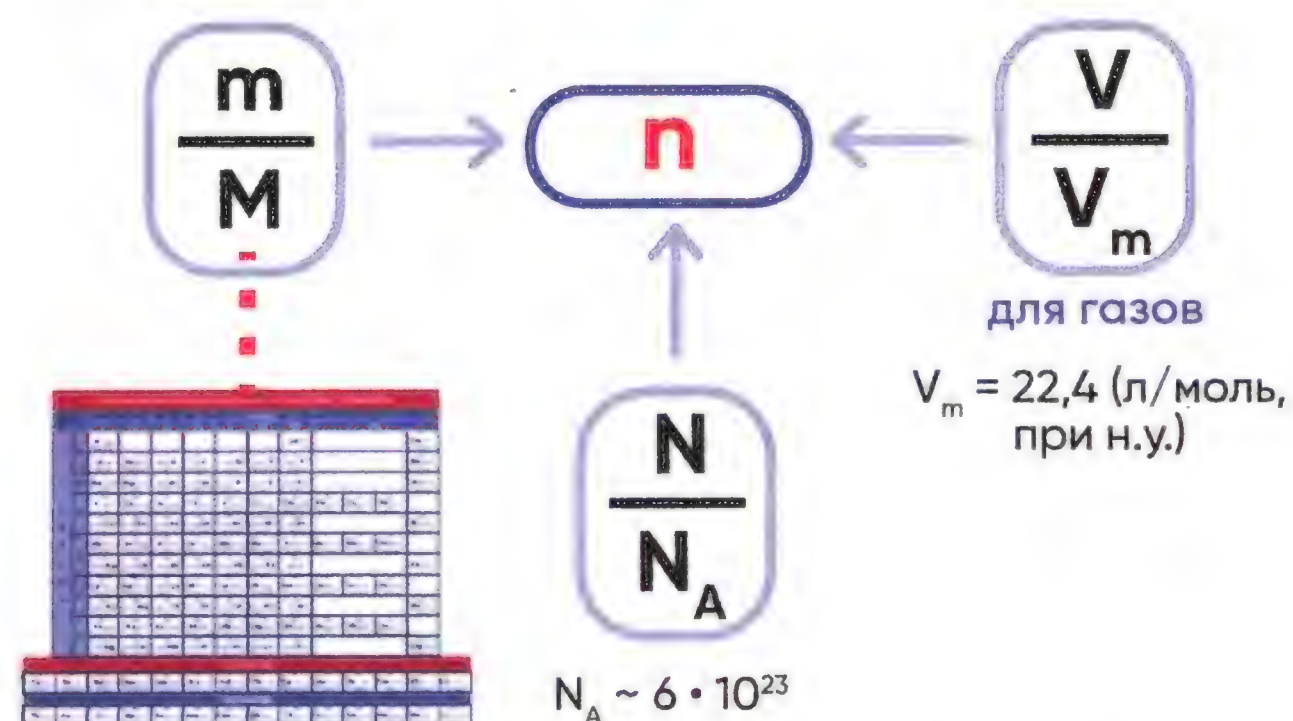


Дюжина хот-догов = 12 хот-догов



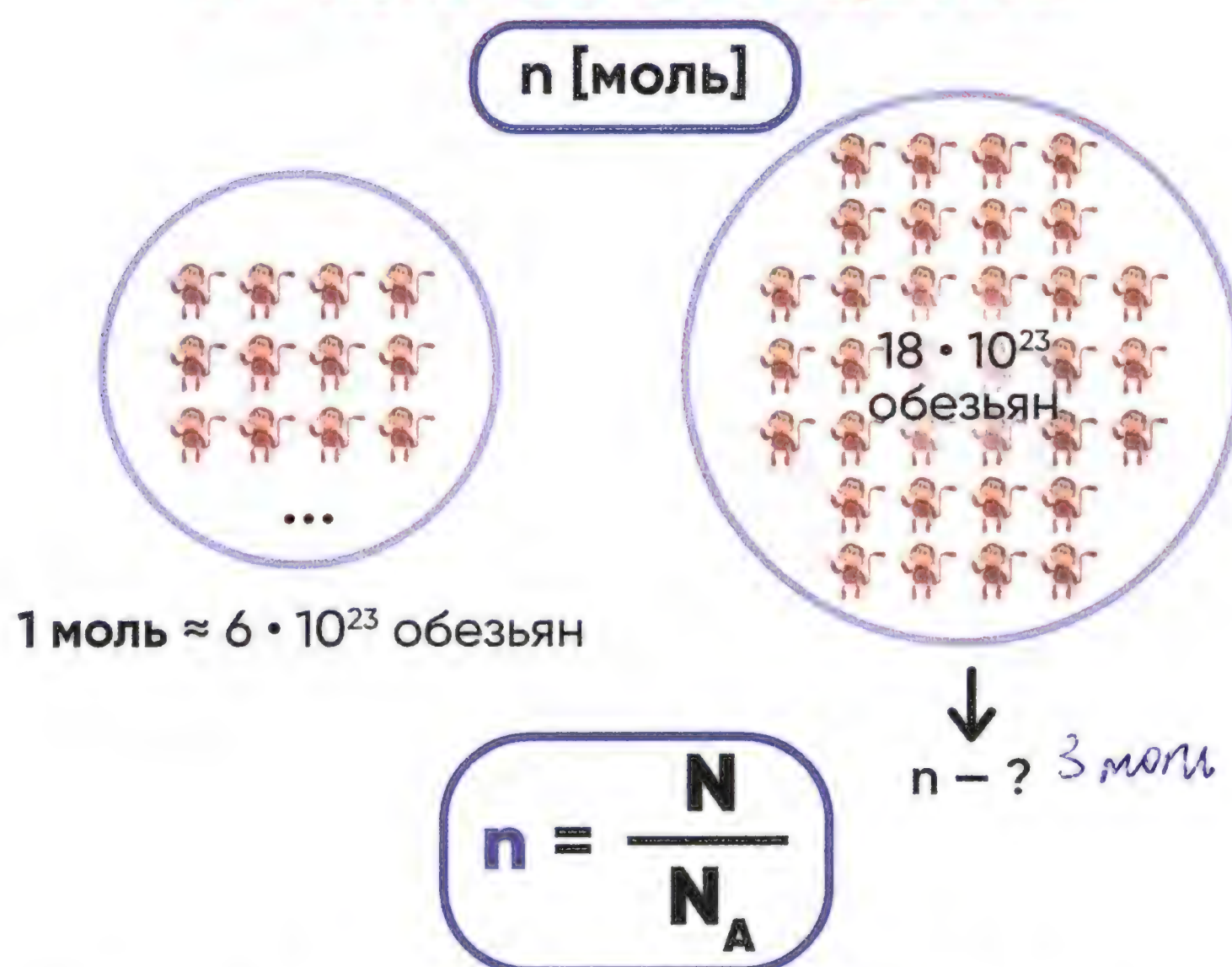
$6,02 \cdot 10^{23}$ хот-догов $\approx$ 1 моль хот-догов

Связь количества вещества с другими величинами

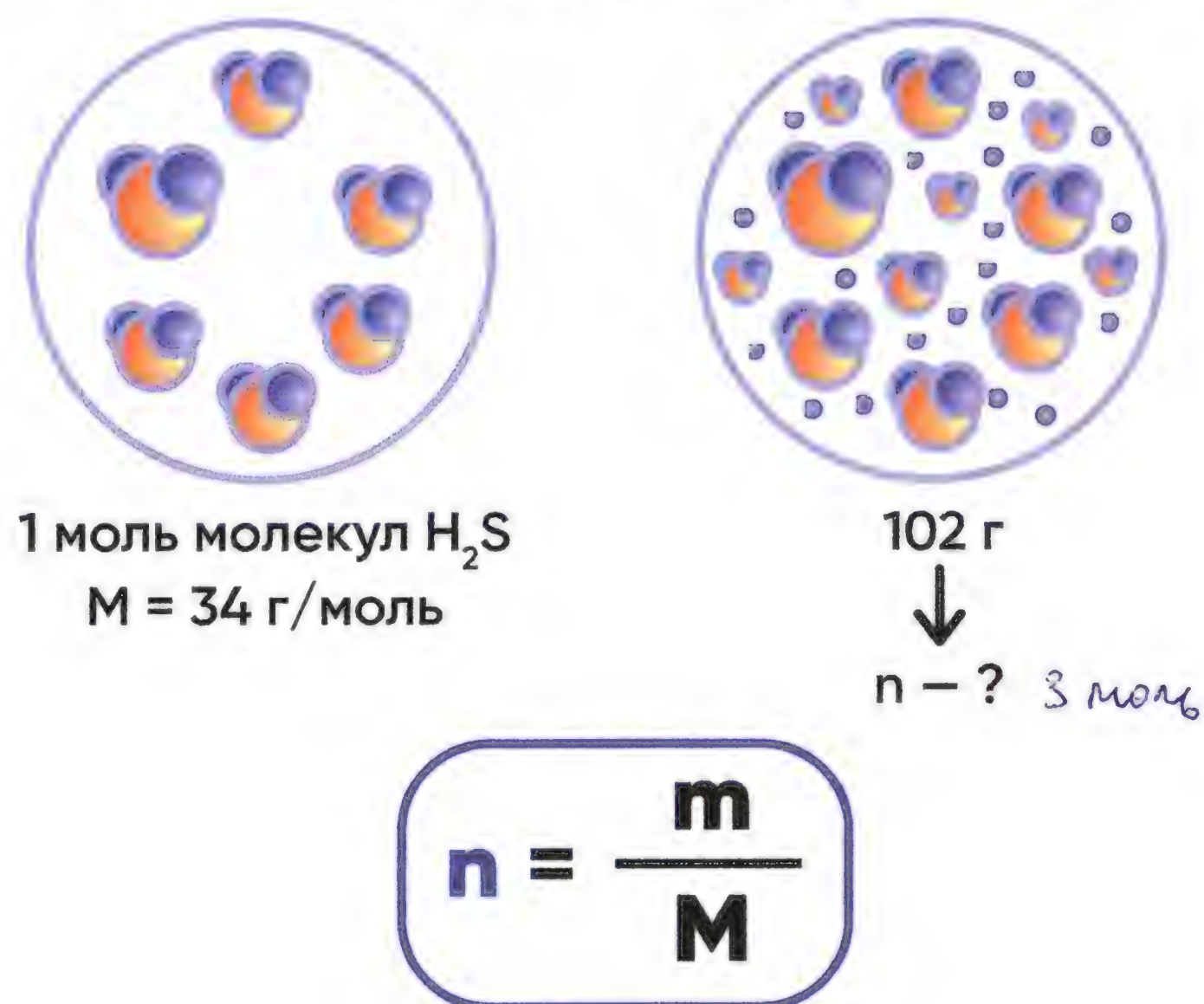


Количество вещества

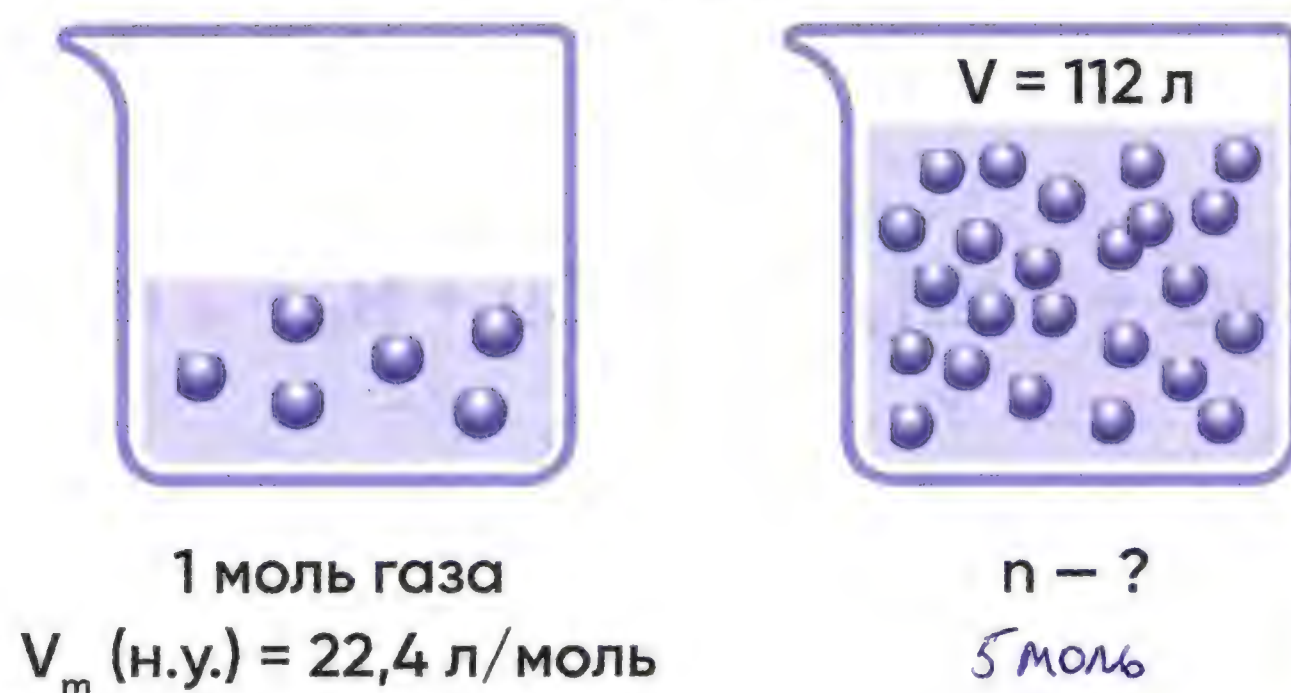
n — количество вещества



Связь количества вещества, массы и молярной массы

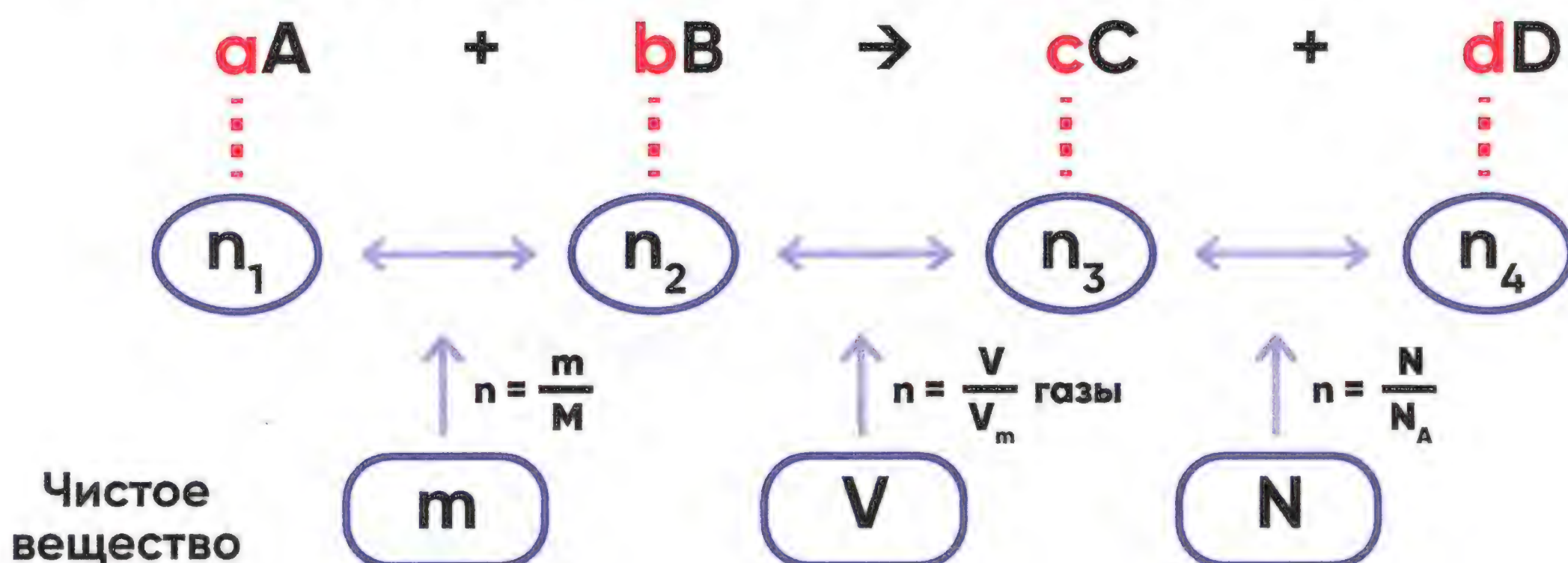


Связь количества вещества газа и его объёма



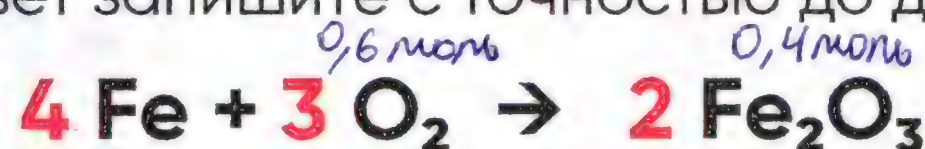
$$n = \frac{V}{V_m}$$

Расчёты по уравнению химической реакции



Задание 1

Определите массу кислорода (в граммах), которая необходима для получения 64 г оксида железа (III). Ответ запишите с точностью до десятых.



$$n = \frac{m}{M}$$

$n(\text{O}_2) = \frac{3 \cdot 0,4 \text{ моль}}{2} = 0,6 \text{ моль}$

$m = n \cdot M$

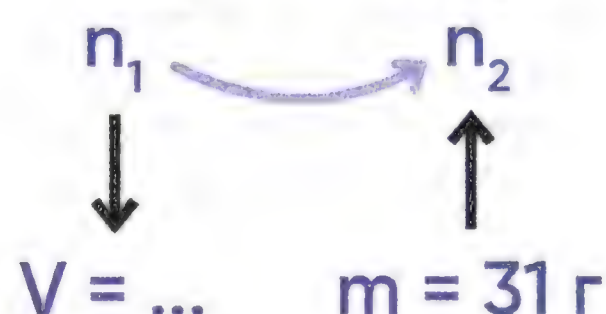
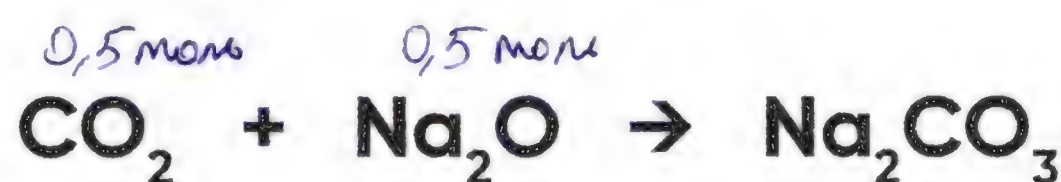
$m = 0,6 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 19,2 \text{ г}$

$n = \frac{64}{160} = 0,4 \text{ моль}$

Ответ: 19,2 г.

Задание 2

Определите, какой объём оксида углерода (IV) (в литрах при н.у.) может прореагировать с 31 г оксида натрия. Ответ запишите с точностью до десятых.



$$n = \frac{V}{V_m}$$

$V = n \cdot V_m$

$V = 0,5 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 11,2 \text{ л}$

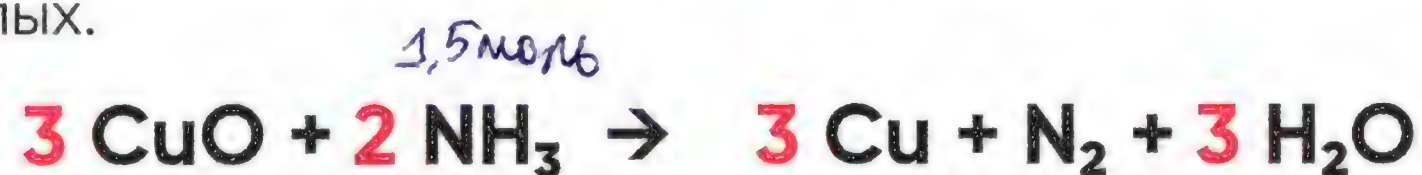
$n = \frac{31 \text{ г}}{62 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$

Ответ: 11,2 л.

Задание 3 (26 КИМ)

Подготовка к 32

Вычислите массу меди (в граммах), если известно, что в реакцию с оксидом меди вступило $9 \cdot 10^{23}$ молекул аммиака. Число Авогадро считать приближенно равным $6 \cdot 10^{23}$. Ответ запишите с точностью до целых.



$n_1 \xrightarrow{\quad} n_2$
 $\uparrow \quad \downarrow$
 $N = 9 \cdot 10^{23} \quad m = \dots$
 $n = \frac{9 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} = 1,5 \text{ моль}$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

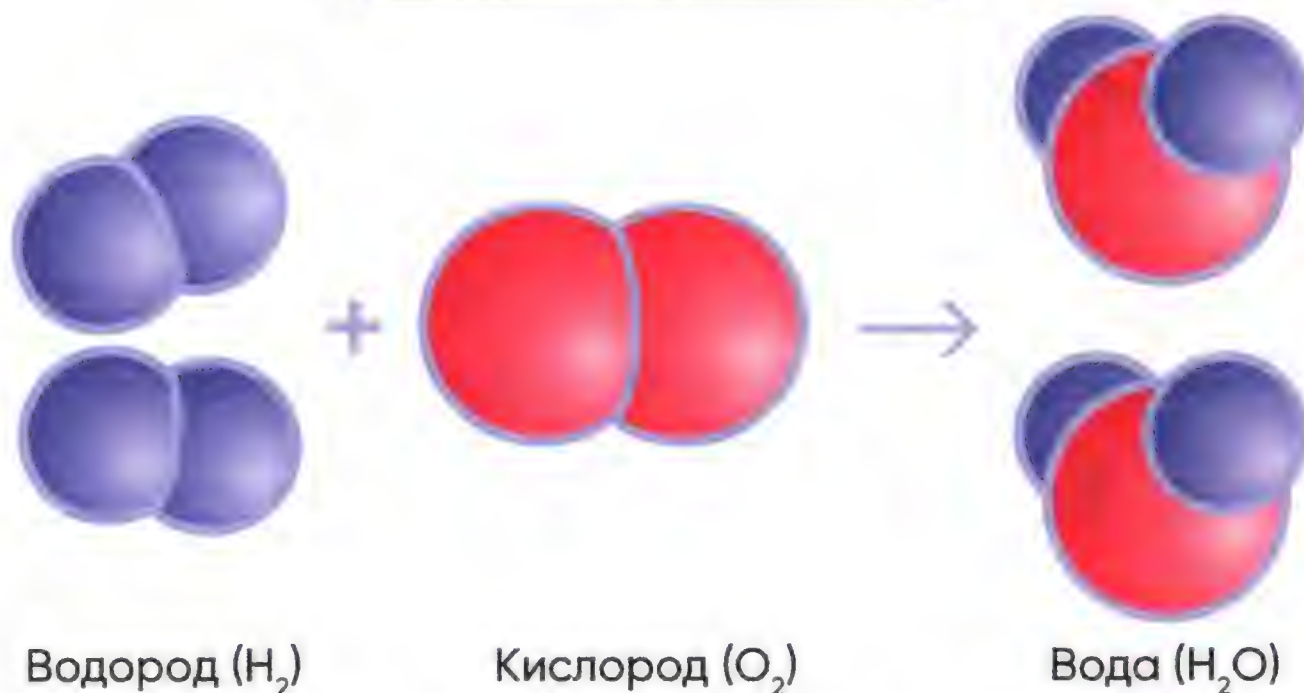
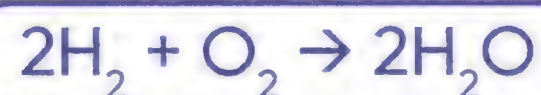
$$n(\text{Cu}) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{NH}_3) = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \text{ моль} = 2,25 \text{ моль}$$

$$m = n \cdot M$$

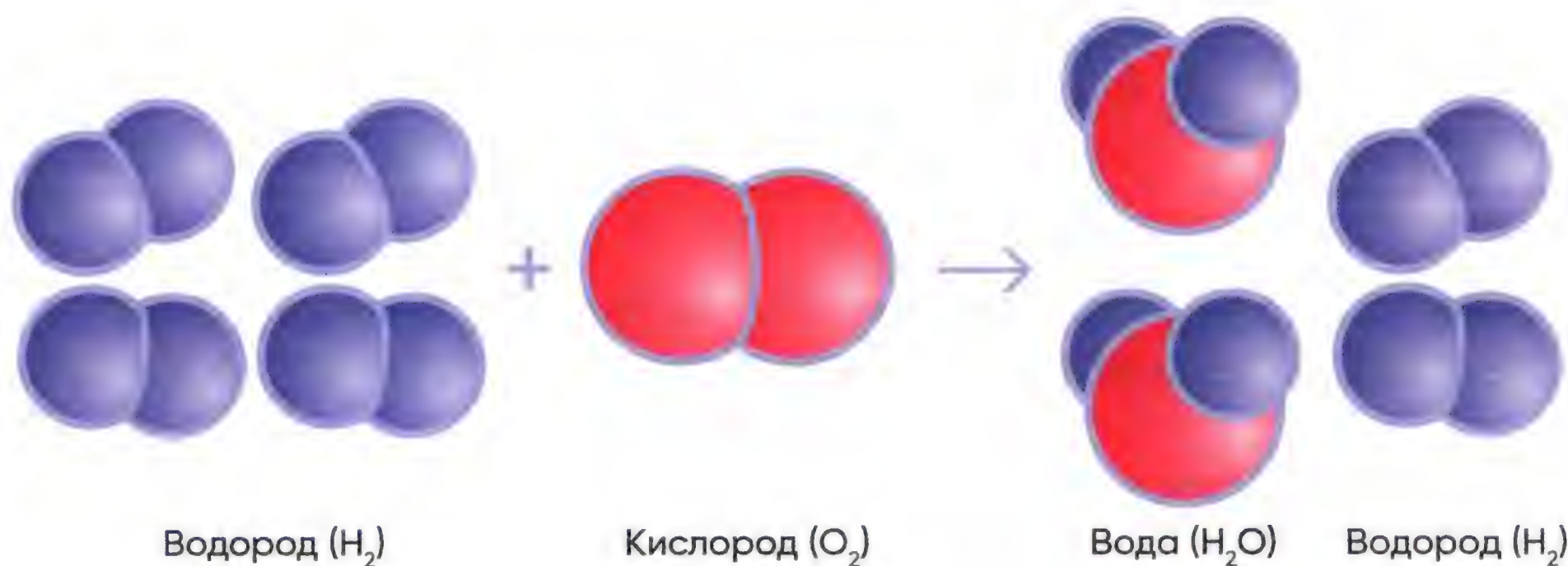
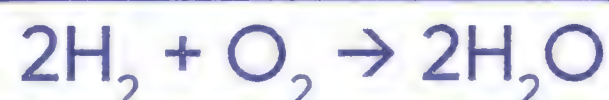
$$m = 2,25 \cdot 64 \text{ г/моль} = 144 \text{ г}$$

Ответ: 144 г.

Избыток и недостаток Стехиометрическое соотношение



Избыток и недостаток веществ



Водород – в избытке, кислород – в недостатке

расчет ведём по веществу в недостатке!



расчёт ведём по недостатку!

Задание 4 (26 КИМ)

Для получения гашеной извести взяли **67,2 г** оксида кальция и **19,8 г** воды. Определите массу (в граммах) получившегося вещества. Запишите в ответ число с точностью до десятых.



$$m(\text{Ca(OH)}_2) = n \cdot M = (40 + 17 \cdot 2) \cdot 1,1 \text{ моль} = 81,4 \text{ г}$$

$$n(\text{CaO}) = \frac{m}{M} = \frac{67,2 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{19,8}{18} = 1,1 \text{ моль} - \text{в недостатке} \Rightarrow \text{считаем по воде}$$

Ответ: 81,4 г.

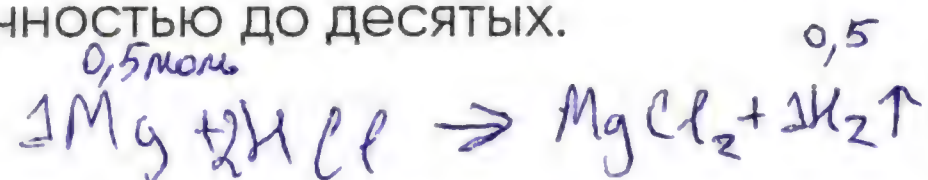


Примеси

$$\omega(\text{примесей}) = \frac{m(\text{примесей})}{m(\text{вещества} + \text{примеси})} \cdot 100\%$$

Задание 5 (26 КИМ)

Магниевую стружку массой **15 г**, содержащую **20%** примесей, обработали избытком соляной кислоты. Определите объём выделившегося газа (в литрах при н.у.). Запишите в ответ число с точностью до десятых.



$$V(\text{H}_2) = n \cdot V_m = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ л}$$

100% - 15 г

80% - масса Mg

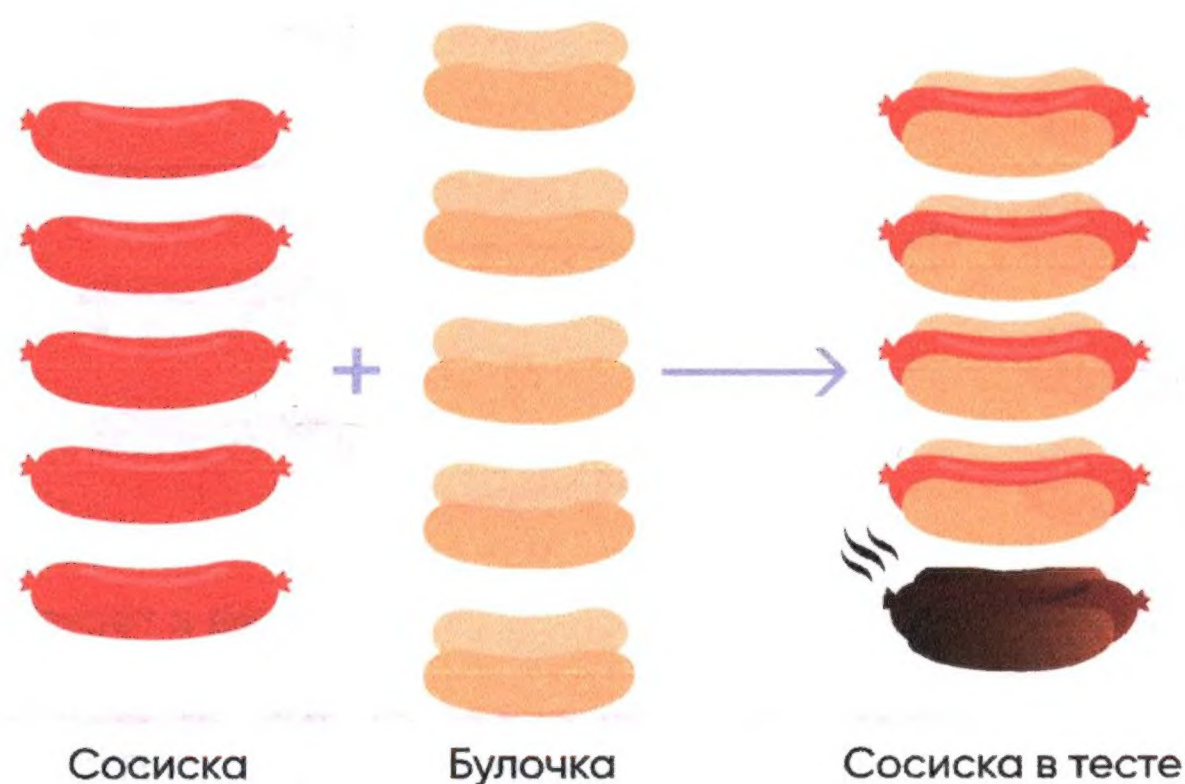
100% - 20% = 80%

$$m_{\text{ч.в. Ca}} = \frac{15 \cdot 80}{100} = 12 \text{ г}$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{12}{24} = 0,5 \text{ моль}$$

Ответ: 11,2 л.

Выход реакции



Выход реакции, %

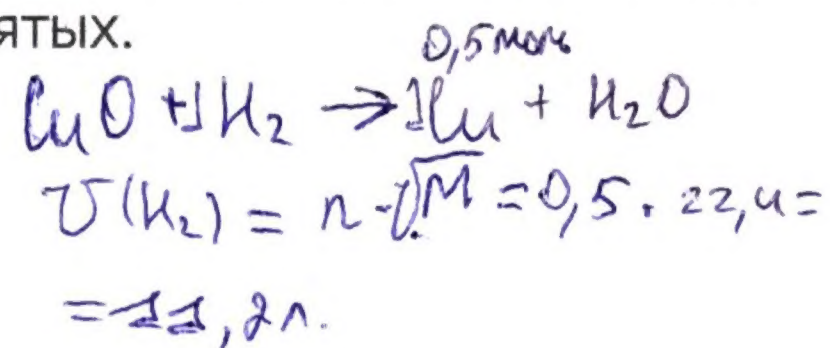
$$\eta = \frac{m_{\text{пр.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{V_{\text{пр.}}}{V_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{n_{\text{пр.}}}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

Задание 6 (26 КИМ)

Определите объём (в литрах при н.у.) водорода, который потребуется для получения **16 г** меди из оксида меди, если выход продукта равен **50%**. Запишите в ответ число с точностью до десятых.



$$16 \cdot 50\%$$

$$m_{\text{теор.}} = 100\%$$

$$m_{\text{пр.}} = 32 \text{ г.}$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{32}{64} = 0,5 \text{ моль}$$

Ответ: 11,2 л. л.

Количество вещества

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

для газов

n – количество вещества (моль)

N_A – число Авогадро ($6,02 \cdot 10^{23}$ частиц)

N – количество частиц

V_m – молярный объём (22,4 л/моль) при н.у.

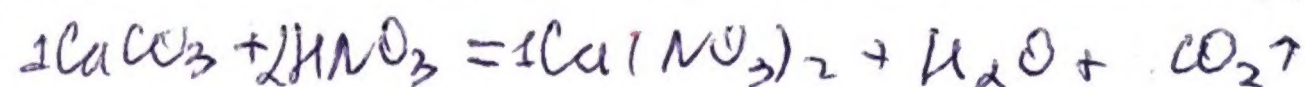
V – объём газа (л)

M – молярная масса (г/моль)

m – масса (г)

Задание 7 (26 КИМ) $\rightarrow \text{прим} + \text{CaCO}_3$

Из **120 кг** природного известняка при взаимодействии с азотной кислотой был получен нитрат кальция массой **180 кг**. Вычислите массовую долю (%) примесей в указанном известняке. Запишите число с точностью до десятых.



$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{120 \text{ кг}}{100} = 1,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca(NO}_3)_2) = 1,2 \cdot (40 + 14 \cdot 2 + 16 \cdot 6) = 196,8 \text{ кг}$$

Ответ: _____ %.

$$n(\text{Ca(NO}_3)_2) = \frac{180}{164} = 1,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 1,1 \cdot 100 = 110 \text{ кг}$$

$$m = \frac{m_{\text{прим.}}}{m_{\text{прим.}} + m_{\text{прим. изв.}}} \cdot 100\% \quad m_{\text{прим.}} = 120 - 110 = 10 \text{ кг}$$

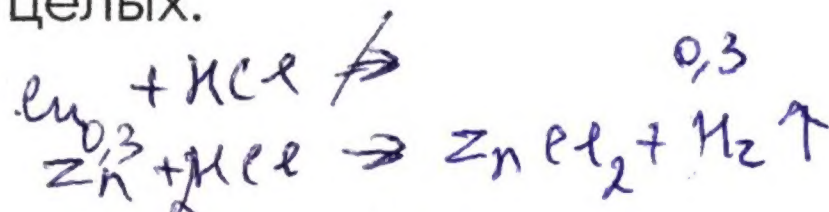
$$m = \frac{10 \text{ кг}}{120 \text{ кг}} \cdot 100\% = 8,3$$

Задание 8 (26 КИМ)

Сплав меди с цинком массой **89 г** обработали избытком раствора соляной кислоты, при этом выделилось **6,72 л** газа (при н.у.). Вычислите массовую долю меди (в %) в сплаве. Запишите число с точностью до целых.

$$m(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{сплава}}} \cdot 100\%$$

$$m_{\text{сплава}} = m(\text{Cu}) + m(\text{Zn}) =$$



$$n = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = \frac{63,5}{89} \cdot 100\% = 70\%$$

Ответ: 70 %.

$$m(\text{Zn}) = 0,3 \cdot 65 = 19,5$$

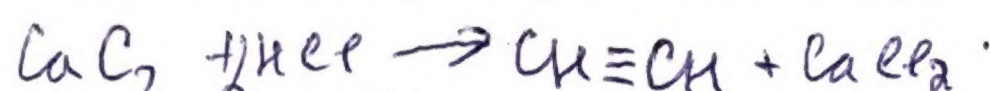
$$m(\text{Cu}) = 89 - 19,5 = 69,5$$

Задание 9 (26 КИМ)Алюминий $\rightarrow$ металл

ацетилен

Карбид кальция массой **16 г** растворили в **91,25 г 20%-го** раствора соляной кислоты.

Вычислите массу (в граммах) выделившегося газа. Запишите число с точностью до десятых.



$$n(\text{CaC}_2) = \frac{16}{40 + 12} = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 91,25 = 18,25 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{18,25}{36,5} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\frac{n(\text{CaC}_2)}{1} = \frac{n(\text{HCl})}{2}$$

$$0,25 = \frac{0,5}{2}$$

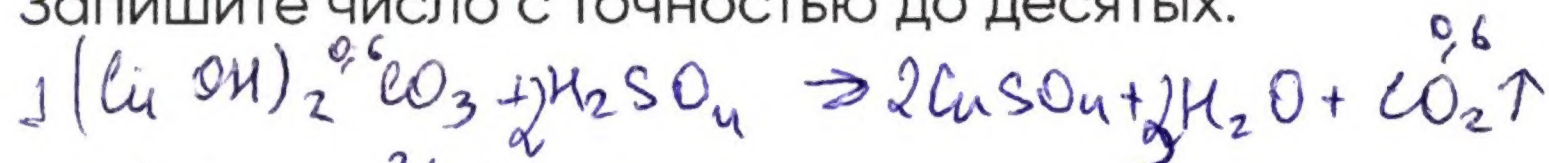
$$m(\text{C}_2\text{H}_2) = n \cdot M = 0,25 \cdot 26 = 6,5 \text{ г}$$

Ответ: _____ г.

Задание 10 (26 КИМ) $\rightarrow m_{\text{прим.}} + m_{\text{соли}}$

Образец малахита массой **150 г** поместили в избыток раствора серной кислоты, при этом выделилось **26,4 г** углекислого газа. Вычислите массовую долю (в %) примесей в образце.

Запишите число с точностью до десятых.



$$n(\text{CO}_2) = \frac{26,4}{44} = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuOH})_2 \cdot \text{CO}_3 = 0,6 \cdot (64 \cdot 2 + 17 \cdot 2 + 12 + 3/16) = 133,2 \text{ г}$$

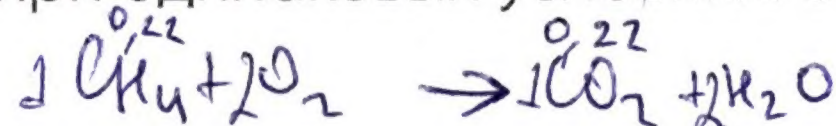
$$m_{\text{примесей}} = 150 - 133,2 = 16,8$$

$$m = \frac{16,8}{150} \cdot 100\% = 11,2$$

Ответ: 11,2 %.

Задание 11 (26 КИМ)

Определите объем (в литрах) углекислого газа, который может быть получен из **5 л** метана, если выход реакции составляет **80%** от теоретически возможного. Объемы газов измерены при одинаковых условиях. Запишите число с точностью до целых.



$$5 \text{ л} - 100\%$$

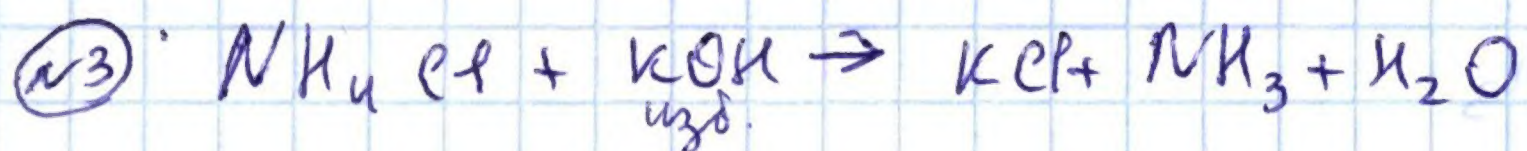
$$n(\text{CH}_4) = \frac{5 \text{ л}}{22,4} = 0,22 \text{ моль}$$

$$V_{\text{пр}} = 80\%$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,22 \cdot 22,4 = 5 \text{ л}$$

$$80\% \text{ от } 5 \text{ л} = 4 \text{ л}$$

Ответ: 4 л.



1) $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = m(\text{p-pa}) \cdot 10,7\% / 100\% = 8,56 \text{ г.}$

2) $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = m/M = 8,56 \text{ г.} / 53,5 \text{ г/моль} = 0,16 \text{ моль}$

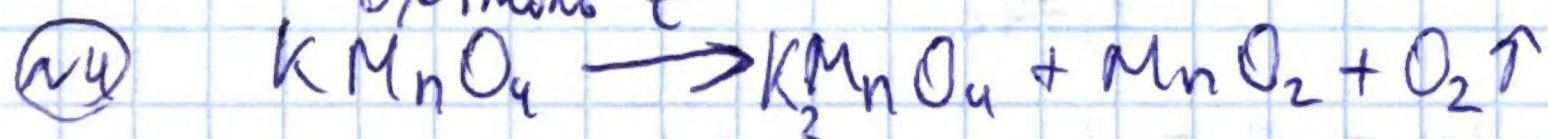
3) $m(\text{KOH}) = m(\text{p-pa}) \cdot 16\% / 100\% = 14,2 \text{ г.}$

4) $n(\text{KOH}) = m/M = 14,2 \text{ г.} / 56 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$

Согласно. реактивов в урав. - е 1:1. $\Rightarrow \text{KOH}_{\text{изб.}}$

5) $n(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,16 \text{ моль}$

$V(\text{NH}_3) = 0,16 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 3,6 \text{ л.}$



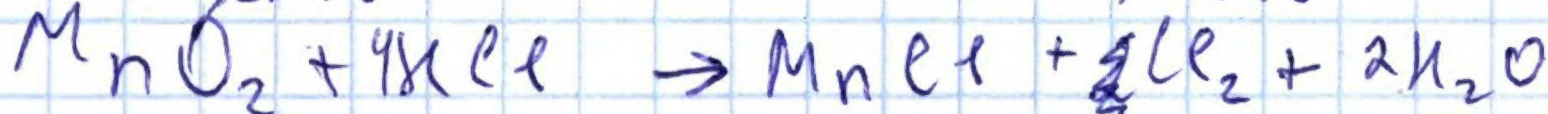
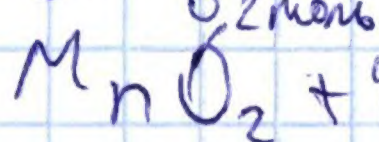
$n(\text{O}_2) = V/V_m = 0,448 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,02 \text{ моль}$

$n(\text{KMnO}_4) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 0,04 \text{ моль}$

$m(\text{KMnO}_4) = 0,04 \text{ моль} \cdot 158 \text{ г/моль} = 6,32 \text{ г.}$

$\omega(\text{KMnO}_4) = m/\text{в-ва} \cdot 100\% / m_{\text{теор}} = 6,32 \text{ г.} / 7,2 \text{ г.} = 80\%$

$\omega(\text{прим.}) = 100\% - 80\% = 10\%$



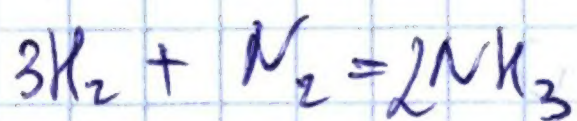
0,2 моль

$\Downarrow$

$m = 14,2 \text{ г.}$

$n(\text{Cl}_2) = \frac{14,2}{71} = 0,2 \text{ моль}$

$m(\text{MnO}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 87 \text{ г/моль} = 17,4 \text{ г.}$



$$\downarrow$$

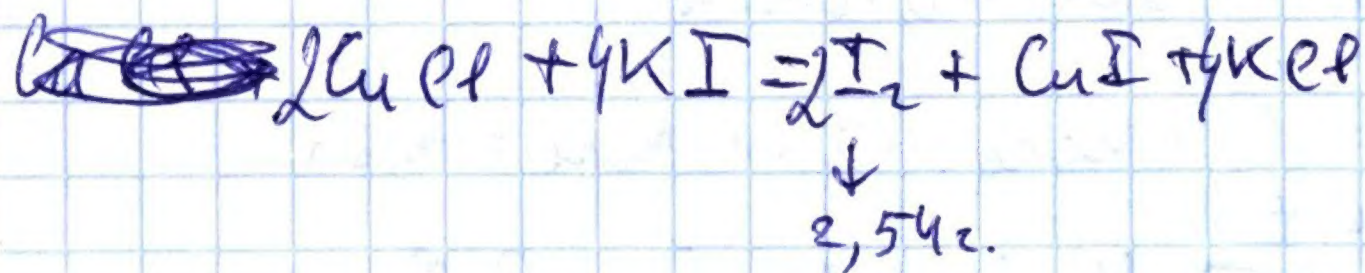
$$26,88 \text{ г.}$$

$$n(H_2) = \frac{26,88 \text{ г.}}{22,4} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(NH_3) = \frac{2}{3} n(H_2) = \frac{2}{3} \cdot 1,2 = 0,8 \text{ моль}$$

$$V(NH_3) = n \cdot V_m = 0,8 \cdot 22,4 = 18 \text{ л.}$$

№8.



$$n(I_2) = m/M = 2,54 / 254 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(CuCl_2) = 2 \cdot n(I_2) = 2 \cdot 0,01 = 0,02$$

$$m(CuCl_2) = n \cdot M = 0,02 \cdot 135 = 2,7 \text{ г.}$$

$$m(CaCl_2) = 5 \text{ г.} - 2,7 \text{ г.} = 2,3 \text{ г.}$$

$$W(CaCl_2) = m_{\text{в-ва}} \cdot 100\% / m_{\text{меш}} = 2,3 \text{ г.} \cdot 100\% / 5 \text{ г.} = 46\%$$